Aus der Kinderklinik A der Universität Düsseldorf
(Direktor: Prof. Dr. G.-A. von Harnack)

# VERHALTENSZUSTÄNDE VON FRÜHGEBORENEN UNTER BESONDERER BERÜCKSICHTIGUNG VON ATMUNG, HERZFREQUENZ UND ELEKTROENZEPHALOGRAMM – POLYGRAPHISCHE UNTERSUCHUNGEN

DISSERTATION
zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin
der Medizinischen Fakultät der Universität Düsseldorf

vorgelegt von
**Renate Held-Hildebrandt**
und
**Albert Lübbesmeyer**
1980

Aus der Kinderklinik A der Universität Düsseldorf
(Direktor: Prof. Dr. G.-A. von Harnack)

# VERHALTENSZUSTÄNDE VON FRÜHGEBORENEN UNTER BESONDERER BERÜCKSICHTIGUNG VON ATMUNG, HERZFREQUENZ UND ELEKTROENZEPHALOGRAMM – POLYGRAPHISCHE UNTERSUCHUNGEN

DISSERTATION
zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin
der Medizinischen Fakultät der Universität Düsseldorf

vorgelegt von
**Renate Held-Hildebrandt**
und
**Albert Lübbesmeyer**
1980

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität Düsseldorf

Der Dekan: Referent: Priv.Doz.Dr.D. Karch

Prof. Dr. Krüskemper Koreferent: Prof. Dr. Toyka

Unseren Eltern gewidmet

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41543910_0016

INHALT


1. Einleitung

2. Methode

2.1. Untersuchungsgut

2.2. Ableitungs- und Beobachtungstechnik

2.3. Auswertung

2.3.1. Verhaltenszustände

2.3.2. Augenbewegungen und Körpermotilität

2.3.3. Atmung

2.3.4. Herzfrequenz

2.3.5. Elektroenzephalogramm

2.3.6. Statistische Berechnungen

3. Ergebnisse

3.1. States (Held-Hildebrandt)

3.1.1. Statedauer

3.1.2. Prozentualer Anteil der States

3.1.3. Langzeitableitungen über 24 Stunden

3.1.4. State-Profile

3.2. Augenbewegungen (Held-Hildebrandt)

3.3. Motilität (Lübbesmeyer)

3.3.1. Stretch, Gross Body Movement

3.3.2. Twitch, Startle

3.3.3. Mouthing

3.4. Atmung (Lübbesmeyer)

3.4.1. Atemfrequenz

3.4.2. Apnoen ≥3 sec

3.4.3. Periodische Atmung

3.4.4. Apnoen ≥10 sec

3.4.5. Atemquotient

3.5. Herzfrequenz (Lübbesmeyer)

3.6. Enzephalogramm (Held-Hildebrandt)

3.6.1. Musterverteilung

3.6.2. "EEG-Reife"

4. Diskussion

4.1. Methode

4.2. Ergebnisse

4.2.1. Verhaltenszustände (Held-Hildebrandt)

4.2.2. Augenbewegungen (Held-Hildebrandt)

4.2.3. Motilität (Lübbesmeyer)

4.2.4. Atmung (Lübbesmeyer)

4.2.5. Herzfrequenz (Lübbesmeyer)

4.2.6. Elektroenzephalogramm (Held-Hildebrandt)

5. Zusammenfassung

6. Literaturverzeichnis

Anhang: Einzelwerttabellen

## 1. Einleitung

Aserinsky und Kleitmann (1955) beobachteten im Schlaf von Früh- und Neugeborenen zwei alternierend auftretende Verhaltenszustände im Zusammenhang mit dem zyklischen Auftreten rascher Augenbewegungen. Dement und Kleitmann (1957) bestätigten diese Untersuchungen durch Arbeiten an Erwachsenen. Wolff (1959) beobachtete bei Neugeborenen zwei Schlafphasen, von denen eine durch regelmäßige, die andere durch unregelmäßige Atmung gekennzeichnet war. Prechtl und Beintema (1964) erkannten die Bedeutung der verschiedenen Schlafstadien für die neurologische Untersuchung des reifen Neugeborenen. Über die Verhaltenszustände und Schlafzyklen von unreifen Neugeborenen wurden bisher nur wenige und widersprechende Untersuchungsergebnisse vorgelegt: Dreyfus-Brisac (1968, 1970), Parmelee et al. (1967), Parmelee und Stern (1972), Prechtl et al. (1975), Monod und Pajot (1965). Veränderungen im EEG von Früh- und Neugeborenen im Laufe der Entwicklung wurden erstmals von Dreyfus-Brisac et al. (1958, 1962) und Dreyfus-Brisac (1962, 1964 und 1967) beschrieben. Parmelee et al. (1968) entwickelten ein System zur relativ exakten Bestimmung der bioelektrischen Hirnreife. Inzwischen wurde dieses System von Haas (1975)

sowie Nolte und Haas (1978) erweitert und exakter beschrieben.

Die Fragestellung dieser Arbeit lautet:

1. Sind bei unreifen Neugeborenen Schlafzyklen nachweisbar?
2. Welche Kriterien eignen sich zur Bestimmung von Schlafzyklen?
3. Wie sind die abgeleiteten Parameter zu den Verhaltenszuständen korreliert, und wie ändern sie sich im Laufe der Entwicklung?

## 2. METHODE

### 2.1. UNTERSUCHUNGSGUT

Es wurden 26 Frühgeborene polygraphisch untersucht. Bei der Auswahl der Kinder, die alle auf der Frühgeborenen-Station der Düsseldorfer Universitäts-Kinderklinik lagen, wurden folgende Kriterien berücksichtigt:

1. Es wurden ausschließlich Kinder untersucht, bei denen keine erheblichen Risikofaktoren bestanden, und die bis zum Zeitpunkt der Ableitung keine schweren Erkrankungen erlitten hatten.
2. Das Konzeptionsalter, berechnet aus Schwangerschaftsdauer und Lebensalter zum Zeitpunkt der Untersuchung, sollte zwischen 30 und 36 Wochen liegen.
3. Die Schwangerschaftsdauer wurde nach den Angaben der Mutter bestimmt. Bei einigen Kindern wurde die Schwangerschaftsdauer nach der klinischen Reife (Farr et al. 1966) bestimmt, nur wenn die Werte für Geburtsgewicht, Größe und Kopfumfang zwischen der 25. und 75. Perzentile der Altersverteilung (nach Hosemann, 1949) lagen.
4. Das durchschnittliche Lebensalter am Tag der polygraphischen Ableitung betrug 11,4 $\pm$ 5,8 Tage.

Tabelle 1: Klinische Daten der Frühgeborenen (30-31 SSW):

| Nr. Abl.Nr. | Name Geschl. | SSD | Ltg. | SSW | Gew. (g) | Größe (cm) | Kopf (cm) | Bili max. und bei Abl. (mg%) | Pränatal | Intranatal | Postnatal pH :min $pCO_2$:max |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 S124 | A. wbl. | 29 | 9 | 30 | 1300 | 40 | 27 | 9,6 5,0 | | spontan Apgar 6/7 | pH :7,35 $pCO_2$:70,2 |
| 2 S130 | R wbl. | 29 | 9 | 30 | 1330 | 39 | 27 | 8,5 5,0 | | spontan | pH :7,18 $pCO_2$:59,0 |
| 3 S122 | W wbl. | 29 | 13 | 31 | 1140 | 37 | 27 | 4,3 | leichte EPH Gestose | spontan Apgar 4/6/8 | pH :7,47 $pCO_2$:44,0 |

Tabelle 1b: Klinische Daten der Frühgeborenen (32-33 SSW):

| Nr. Abl.Nr. | Name Geschl. | SSD | Ltg. | SSW | Gew. (g) | Größe (cm) | Kopf (cm) | Bili max. und bei Abl. (mg&) | Pränatal | Intranatal | Postnatal pH :min. $pCO_2$:max. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4<br>S 117 | T<br>wbl. | 31 | 7 | 32 | 1880 | 44 | 29,5 | 11,7<br>11,7 | | spontan<br>Apgar 8 | pH :7,47<br>$pCO_2$:30,4 |
| 5<br>S 119 | K<br>wbl. | 31 | 6 | 32 | 1590 | 41 | 28,5 | 10,3<br>8,1 | | BEL<br>Manualhilfe<br>Apgar 7/9 | pH :7,35<br>$pCO_2$:47,0 |
| 6<br>S 131 | G. I<br>wbl. | 31 | 8 | 32 | 1460 | 42 | 28,5 | 8,2<br>5,0 | | spontan<br>Hausgeburt | pH :7,42<br>$pCO_2$:34,0 |
| 7<br>S 145 | K.<br>wbl. | 31 | 7 | 32 | 1700 | 43 | 28 | 12,5<br>5,0 | | spontan<br>Apgar 7/8 | pH :7,24<br>$pCO_2$:79,1 |
| 8<br>S 156 | E<br>ml. | 30 | 13 | 32 | 1180 | 38 | 26 | 8,9<br>5,0 | Partusisten | Querlage<br>Sectio | pH :7,26<br>$pCO_2$:69,9 |
| 9<br>S 118 | N<br>ml | 31 | 10 | 33 | 1860 | 43 | 30,5 | 10,7<br>5,0 | Shirodkar | spontan<br>Apgar 10 | pH :7,15<br>$pCO_2$:95,0 |
| 10<br>S 133 | G II<br>ml. | 31 | 14 | 33 | 1610 | 42 | 30 | 8,6<br>5,0 | | spontan<br>Hausgeburt | pH :7,46<br>$pCO_2$:32,3 |
| 11<br>S 138 | B<br>ml | 32 | 5 | 33 | 1830 | 42 | 31 | 7,7<br>5,0 | Verdacht auf AIS | NSU, Sectio<br>Apgar 4/8 | pH :7,23<br>$pCO_2$:71,0 |

Tabelle 1c: Klinische Daten der Frühgeborenen (35. SSW)

| Nr.<br>Abl.Nr. | Name<br>Geschl. | SSD | Ltg. | SSW | Gew.<br>(g) | Größe<br>(cm) | Kopf<br>(cm) | Bili max.<br>und bei Abl.<br>(mg%) | Pränatal | Intranatal | Postnatal<br>pH :min<br>$pCO_2$:max |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 12<br>S 120 | Ö.<br>wbl. | 33 | 12 | 35 | 1920 | 47 | 30 | 10,3<br>5,0 | 1. Trim<br>Gestose | spontan<br>Apgar 8/9 | pH :7,21<br>$pCO_2$:64,0 |
| 13<br>S 123 | K.<br>ml. | 33 | 12 | 35 | 1740 | 47 | 29,5 | 5,8<br>5,0 | Placenta<br>praevia<br>Transfusion | Querlage<br>Sectio<br>Apgar 4/7/9 | pH :<br>$pCO_2$: |
| 14<br>S 135 | D. II<br>ml. | 34 | 6 | 35 | 1870 | 43 | 30 | 11,3<br>5,0 | | spontan<br>Apgar 7/9 | pH :7,37<br>$pCO_2$:39,0 |
| 15<br>S 136 | D. I<br>ml | 34 | 8 | 35 | 1710 | 43 | 30 | 11,7<br>5,0 | | spontan<br>Apgar 7 | pH :7,33<br>$pCO_2$:38,0 |
| 16<br>S 140 | S.<br>ml. | 33 | 16 | 35 | 2330 | 44 | 32 | 11,1<br>5,0 | | spontan<br>Apgar 8/10 | pH :7,35<br>$pCO_2$:45,0 |

Tabelle 1d: Klinische Daten der Frühgeborenen (36.SSW)

| Nr.<br>Abl.Nr. | Name<br>Geschl. | SSD | Ltg. | SSW | Gew.<br>(g) | Größe<br>(cm) | Kopf<br>(cm) | Bili max.<br>und bei Abl.<br>(mg%) | Pränatal | Intranatal | Postnatal<br>pH :min<br>$pCO_2$:max |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 17<br>S 116 | R<br>wbl. | 35 | 9 | 36 | 2180 | 47 | 32 | 5,2 | Partusisten | Querlage<br>Sectio<br>Apgar 8/10 | pH :7,32<br>$pCO_2$:47,0 |
| 18<br>S 141 | R.<br>ml. | 35 | 5 | 36 | 2300 | 49 | 34 | 10,0<br>10,0 | Ödeme<br>Übergewicht | spontan<br>Apgar | pH :7,44<br>$pCO_2$:34,0 |
| 19<br>S 142 | F.<br>ml. | 34 | 13 | 36 | 1910 | 43 | 30,5 | 10,1<br>5,0 (F) | | spontan<br>Apgar 8/9 | pH :7,34<br>$pCO_2$:28,0 |
| 20<br>S 143 | B.<br>wbl. | 35 | 9 | 36 | 2240 | 45 | 31 | 11,6<br>5,0 | | spontan<br>Apgar 10 | pH :7,24<br>$pCO_2$:50,0 |
| 21<br>S 147 | M<br>ml. | 35 | 7 | 36 | 2400 | 47 | 32 | 7,1<br>5,0 | | spontan<br>Apgar 9/10 | pH :7,24<br>$pCO_2$:72,0 |
| 22<br>S 157 | B<br>wbl. | 33 | 20 | 36 | 1680 | 42 | 29,5 | 8,9<br>5,0 | Shirodkar | spontan | pH :7,26<br>$pCO_2$:69,9 |

Tabelle 1d (Fortsetzung): Klinische Daten der Frühgeborenen (36.SSW):

| Nr.<br>Abl.Nr. | Name<br>Geschl. | SSD | Ltg. | SSW | Gew.<br>(g) | Größe<br>(cm) | Kopf<br>(cm) | Bili max.<br>und bei Abl.<br>(mg%) | Pränatal | Intranatal | Postnatal<br>pH :min<br>$pCO_2$:max |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 23<br>S 158 | S. | 35 | 5 | 36 | 2540 | 48 | 34 | 13,9<br>12,0 | | BEL, NSU<br>spontan<br>Apgar 7/9/10 | pH :7,21<br>$pCO_2$:65,6 |
| 24<br>S 159 | H.<br>ml. | 33 | 24 | 36 | 2140 | 44,5 | 31 | 9,7<br>5,0 | Partusisten | spontan<br>Apgar 8/9 | pH :7,27<br>$pCO_2$:61.0 |
| 25<br>S 160 | K.<br>wbl. | 34 | 17 | 36 | 2220 | 46 | 32 | 8,1<br>5,0 | leichte<br>Hepatose | BEL<br>spontan<br>Apgar 7/9/10 | pH :7,34<br>$pCO_2$:39,5 |
| 26<br>S 161 | M.<br>ml. | 33 | 23 | 36 | 2200 | 45 | 31,5 | 12,6<br>5,0 (F) | Shirodkar | spontan<br>Apgar 8 | pH :7,31<br>$pCO_2$:47,0 |

## 2.2. ABLEITUNGS- UND BEOBACHTUNGSTECHNIK

Die polygraphische Untersuchung, bei der verschiedene Verhaltensparameter (Herzfrequenz, Atmung, Augen- und Körperbewegungen sowie Elektroenzephalogramm) gleichzeitig registriert werden, ist eine Methode, die es ermöglicht, die Organisation der Verhaltenszustände und die Koordination der einzelnen physiologischen Parameter zum Verhaltenszustand zu beurteilen.

Die Ableitungen wurden zwischen $14^{00}$ und $18^{00}$ unter weitgehend konstanten Bedingungen und möglichst geringen Störungen der kindlichen Umwelt durchgeführt.

Alle Kinder lagen im Inkubator bei Temperaturen zwischen $32^{o}$ und $33^{o}$C und einer relativen Luftfeuchtigkeit um 60%. Die Beobachtungszeit betrug exakt drei Stunden, sie begann mit dem Einschlafen des Kindes nach planmäßiger Fütterung im Anschluß an das Anlegen der Elektroden. Kinder, die mehr als acht Mahlzeiten pro Tag erhielten, wurden während der Ableitung sondiert.

Bei fünf Frühgeborenen im Alter von 36 Wochen wurden Langzeitableitungen über 24 Stunden durchgeführt.

Elektroden:

1. Elektrookulogramm (EOG): zwei Silberchlorid-Elektroden (Beckmann), mit Kleberingen über der Nasenwurzel und am lateralen Augenwinkel befestigt.
2. Elektromyogramm (EMG): bipolare Oberflächenelektrode (Siemens), mit Klebestreifen über dem M. Tib.ant. eines Beines befestigt.
3. Atmung: vor einem Nasenloch angebrachte Thermistor-Elektrode.
4. Elektrokardiogramm (EKG): drei Brustwandelelektroden (Siemens) über Herzspitze, Sternum und rechter Thoraxhälfte mit Kleberingen befestigt.
5. Elektroenzephalogramm (EEG): sechs Grass-Silber-Elektroden in bipolaren Längsreihen (fronto-parietal und parieto-okzipital). Die Elektroden wurden mit Kollodium-getränkten Gazestreifen an der Kopfhaut angeklebt.
6. Erdung: zwei Grass-Silberelektroden mit Kleberingen an beiden Schultern befestigt.

Vor Anlegen der Elektroden wurde die Haut mit Alkohol gereinigt, kurz mit Glasfaserschreiber aufgerauht und mit Azeton abgewischt.

Gerät:

Fahrbares, zur Polygraphie umgerüstetes 8-Kanal-EEG-Gerät (Elema Siemens) mit folgender Einstellung:

Papiervorschub: 10 mm/sec; bei den Langzeitableitungen 1,8 mm/sec.

Amplitude: 5 mm = 50 Mikrovolt

Zeitkonstante: 0,3

Filterung: 30 Hz

Cardiotachograph (Siemens) zur Berechnung der momentanen Herzfrequenz aus jedem folgenden RR-Intervall des Elektrokardiogramms. Aufzeichnung der Frequenz als Amplitude.

Atemmonitor (Siemens)

Beobachtung:

Die spontanen Bewegungen der Kinder wurden von beiden Untersuchern beobachtet und auf dem Registrierpapier vermerkt. Auch die Augenbewegungen wurden, um Artefakte auszuschließen, von den Beobachtern registriert.

So wurden in Anlehnung an Prechtl et al. (1975) folgende Bewegungstypen unterschieden:

Twitch: kurze, ruckartige Bewegung einer oder mehrerer Extremitäten ($T_1$, $T_{2-4}$).

Startle: kurze, generalisierte Zuckung, meist von tiefer Inspiration begleitet, der Apnoe und Tachykardie folgen.

Stretch: langsame, kontinuierliche Bewegung des gesamten Körpers, meist bei leichter Außenrotation der Arme.

Gross Body Movement: langsame, kontinuierliche Bewegung einzelner Körperteile.

Mouthing: mümmelnde Kau- und Saugbewegungen des Mundes.

## 2.3. AUSWERTUNG

Die vorliegenden Polygraphien wurden visuell analysiert. Die Auswertung erfolgte in Epochen zu je 30 Sekunden. Alle abgeleiteten Parameter wurden nur im Schlaf ausgezählt, sie wurden zunächst unabhängig voneinander für jede Epoche ausgewertet und auf Millimeterpapier aufgetragen. Aus der Zuordnung dieser Parameter zueinander ergab sich für jede Epoche ein bestimmter Verhaltenszustand.

## 2.3.1. VERHALTENSZUSTÄNDE

Der Begriff "State" wurde von Prechtl et al. (1968) beschrieben als eine Konstellation bestimmter Verhaltensmuster und physiologischer Variablen, die relativ stabil ist und sich zu wiederholen scheint. Die Verhaltenszustände wurden in Anlehnung an Parmelee et al.(1967), Prechtl et al. (1968) und Anders et al. (1971) definiert:

State 1: Augen geschlossen
keine Augenbewegungen
keine großen Körperbewegungen
regelmäßige Atmung
regelmäßige Herzfrequenz

State 2: Augen geschlossen
Augenbewegungen vorhanden
Körperbewegungen aller Art vorhanden
unregelmäßige Atmung
unregelmäßige Herzfrequenz

Indeterminate Sleep: Als Übergangsschlaf wurden die Epochen klassifiziert, die sich weder State 1 noch State 2 eindeutig zuordnen ließen.

Wachzustand: Geöffnete Augen und/oder Schreien waren Kriterien für den Wachzustand.

Blinzeln, das oft über längere Zeit andauerte und häufig von REM's begleitet war, wurde nicht als Wachsein gewertet.

Für jede Epoche wurde so das Schlafverhalten des Kindes bestimmt. Trat derselbe Verhaltenszustand in mindestens sechs aufeinanderfolgenden 30 Sekunden-Epochen auf, so wurde er als "State" gewertet. Bei längerdauernden States wurden kurze Unterbrechungen durch andere Verhaltenszustände von weniger als drei 30 Sekunden-Epochen nicht als neuer State gewertet. Von jeder Ableitung wurde zur Darstellung der Organisation des Schlafes ein Stateprofil erstellt.
Es wurden die prozentualen Anteile von State 1, State 2, Interdeterminate Sleep und Wachzustand an der gesamten Ableitung ermittelt. Aus denjenigen Schlafphasen,die während der Ableitung spontan begannen und endeten, wurde die durchschnittliche Statedauer in Minuten berechnet.

2.3.2. AUGENBEWEGUNGEN UND KÖRPERMOTILITÄT

Die raschen Augenbewegungen (REM = rapid eye movement) sowie die oben definierten Körperbewegungen wurden in jedem State gezählt, anschließend wurde die Häufigkeit pro Minute berechnet.

## 2.3.3. ATMUNG

Die Atmung wurde nach unterschiedlichen Kriterien ausgewertet:

1. Atemfrequenz: Durch die aufgezeichneten Atemschwingungen wurde eine Horizontale gelegt, auf dieser wurden die längste und die kürzeste Schwingung einer Epoche gemessen. Daraus ließen sich die langsamste und die schnellste Atemfrequenz pro Minute berechnen. Die durchschnittliche Atemfrequenz einer Epoche ergab sich aus dem Mittelwert zwischen Frequenzminimum und Frequenzmaximum.

2. Apnoe: bedeutet Stillstand der Atemtätigkeit. Es wurden unterschieden und getrennt untersucht:
a) Apnoen mit einer Dauer von mindestens 3 Sekunden,
b) Apnoen mit einer Dauer von mindestens 10 Sek.
Bei der Auswertung der letztgenannten wurde das methodische Vorgehen geändert. Hierbei galt nicht mehr der Bezug zu den jeweiligen States, sondern es wurde die gesamte Ableitungszeit von drei Stunden als Bezugsgröße gewählt. Die langen Apnoen wurden den verschiedenen Körperbewegungen zugeordnet.

3. Periodische Atmung: liegt dann vor, wenn in einer 30 Sekunden-Epoche ein Wechsel zwischen mindestens zwei Apnoen und einer Periode Atmung stattfindet. Hierbei ist es unbedeutend, ob die Atmung regelmäßig oder unregelmäßig ist.

4. Atemquotient: Ein Kriterium, die regelmäßige Atmung zu definieren, ist der Atemquotient. Bei jedem Kind wurden die 30 Sekunden-Epochen aller Phasen ruhigen Schlafes berücksichtigt. Es wurde das Verhältnis zwischen dem kürzesten und dem längsten Atemintervall gebildet. Als Atemintervall wurde die Strecke zwischen zwei Schnittpunkten der registrierten Sinusartigen Schwingungen mit der durch sie gelegten Horizontalen bezeichnet.

Daraus resultierte ein Ergebnis zwischen 1,0 und 0,1. Die Atmung wird umso regelmäßiger, je mehr sich der Quotient 1,0 nähert; umgekehrt wird die Atmung umso unregelmäßiger, je mehr sich der Quotient 0,1 nähert. Aus der Verteilung der errechneten Werte und der visuellen Kontrolle ergab sich, daß jede 30 Sekunden-Epoche, deren Atemquotient gleich oder größer 0,5 ist, der regelmäßigen Atmung zugeordnet werden kann.

### 2.3.4. HERZFREQUENZ

Für jede Epoche wurde durch visuelle Analyse diejenige Frequenz ermittelt, die am häufigsten auftrat. Aus diesen Einzelwerten wurde die mittlere Frequenz pro State berechnet.

### 2.3.5. ELEKTROENZEPHALOGRAMM:

Codierung nach dem 1968 von Parmelee et al. angegebenen, 1969 und 1972 von Schulte und 1974 von Haas erweiterten System. Der Code besteht aus einer dreistelligen Zahl die ersten beiden Ziffern entsprechen dem Reifegrad des Musters und geben das Konzeptionsalter an, in dem das betreffende Muster am häufigsten vorkommt; die letzte Ziffer bezeichnet den Grundtypus des Musters, der sich abhängig vom Verhaltenszustand des Kindes ändert. Bei der Codierung, die fortlaufend in 30 Sekunden-Epochen durchgeführt wurde, waren Name und Alter des Kindes unbekannt.
Musterbeschreibung nach Haas, 1974; Photographien der verschiedenen Muster siehe Anhang.

Muster 287:

Diskontinuierliche Aktivität. Gruppen von langsamen hochamplitudigen Wellen (0,5 - 3 c/s; 100 - 300 uVolt) bis zu 4 Sekunden Dauer; dazwischen Strecken von 5 - 15 Sekunden sehr geringer Aktivität.

Muster 322:

Kontinuierliche, polymorphe Aktivität niedriger Amplitude, vermischt mit langsamen, hochamplitudigen Wellen (0,5 - 3c/s), die von schnellen, niederamplitudigen Wellen (12 - 15 c/s) überlagert werden. Dazwischen können gelegentlich Gruppen von 4 - 6 c/s Wellen mit 30 - 100 µVolt auftreten.

Muster 323:

Vorherrschend kontinuierliche Aktivität von langsamen, hochamplitudigen Wellen (0,5 - 3 c/s; 100 - 400 µVolt), überlagert von schnelleren Wellen niedriger Amplitude (12 - 30 c/s; 20 - 50 µVolt). Nur gelegentlich treten spannungsärmere Perioden (4 - 8 c/s; 100 µVolt) auf, die dem Muster ein diskontinuierliches Aussehen geben.

Muster 327:

Diskontinuierliche Aktivität. Das Muster unterscheidet sich vom Muster 287 durch die Dauer der Gruppen langsamer, hochamplitudiger Wellen, die hier 4 - 6 Sekunden beträgt. Die spannungsarmen Intervalle sind von variabler Dauer.

Muster 362 und 363:

Kontinuierliche, polymorphe Aktivität. 4 - 7 c/s Wellen mit 20 - 120 µVolt, überlagert von teilweise gruppiert auftretenden, schnelleren, niederamplitudigen Wellen (8 - 20 c/s; 10 - 50 µVolt), vermischt mit wenigen (362) oder zahlreichen (363) langsamen (0,5 - 3 c/s) Wellen.

Muster 367:

Diskontinuierliche Aktivität. Gruppen von langsamen, hochamplitudigen Wellen (0,5 - 3 c/s; 100 - 300 µVolt) im Wechsel mit Strecken von auffälliger Aktivitätsminderung (tracé alternant). Die langsamen Wellen werden oft durch Gruppen scharfer Wellen (4 - 8 c/s) überlagert.

Muster 402:

Kontinuierliche, irreguläre, meist 8 - 12 c/s Aktivität mit 3 - 8 Sekunden dauernden Perioden sehr rhythmischer 4 - 8 c/s Aktivität von 20 - 50 µVolt.

Muster 403:

Kontinuierliche, polymorphe Aktivität aus 0,5 - 13 c/s Wellen mit 30 - 100 uVolt. Nur vereinzelt Perioden rhythmischer 4 - 8 c/s Aktivität.

Muster 405:

Kontinuierliche, polymorphe Aktivität, vorwiegend aus 2 - 4 c/s Wellen mit 50 - 150 uVolt und 4 - 8 c/s Wellen mit 50 uVolt.

Muster 407:

Diskontinuierliche Aktivität. 2 - 4 Sekunden dauernde Gruppen von hochamplitudigen, langsamen Wellen (0,5 - 3 c/s), gelegentlich von schnelleren Wellen niedriger Amplitude überlagert. Im Intervall spannungsarme Strecken verschiedener Frequenzen von 4 - 8 Sekunden Dauer.

Nach Codierung wurde die Verteilung der Muster in den verschiedenen Schlafphasen ermittelt. Für jedes Kind wurde die EEG-Reife der gesamten Ableitung sowie der einzelnen States bestimmt, anschließend wurde die Differenz der EEG-Reife zum Konzeptionsalter berechnet.

## 2.3.6. STATISTISCHE BERECHNUNGEN

Für die statistischen Berechnungen wurden die untersuchten Kinder in vier Gruppen gleichen Konzeptionsalters eingeteilt:

K.A. 30/31 Wochen: 3 Kinder
K.A. 32/33 Wochen: 8 Kinder
K.A. 35 Wochen: 5 Kinder
K.A. 36 Wochen: 10 Kinder

Aus numerischen Gründen konnten nur die beiden Altersgruppen 32/33 Wochen und 36 Wochen miteinander verglichen werden.
Es wurde der Mann-Whitney-U-Test angewendet.

Für die Auswertung der Verhaltenszustände, der Augenbewegungen und des Elektroenzephalogramms war Frau Held-Hildebrandt, für die Auswertung von Körpermotilität, Atmung und Herztätigkeit Herr Lübbesmeyer verantwortlich.

# 3. ERGEBNISSE

## 3.1. STATES

Bei allen Frühgeborenen konnten gut voneinander abgrenzbare Schlafphasen nachgewiesen werden.

### 3.1.1. STATEDAUER

Aus Tabelle 2 und Abbildung 1 ergibt sich:
Die Dauer des State 1 nimmt mit steigendem Konzeptionsalter von 10,2 Minuten (K.A. 32/33 Wo.) auf 13,9 Minuten (K.A. 36 Wochen) signifikant zu ($p<0,1$).
Die durchschnittliche Dauer des State 2 zeigt keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Altersgruppen.
Die auf Tabelle 2 erkennbare Abnahme der Dauer des Indeterminate Sleep ist statistisch nicht signifikant.

### 3.1.2. PROZENTUALER ANTEIL DER STATES (Tab. 3, Abb. 2).

Der Anteil des State 1 an der gesamten Ableitung zeigt eine Tendenz zur Zunahme, während der Anteil des Indeterminate Sleep geringer wird. Diese Änderungen sind jedoch statistisch nicht signifikant. Der Anteil des State 2 bleibt unverändert.

Tabelle 2

3-Stunden-Ableitungen:

Durchschnittliche State-Dauer in Minuten

K.A. Konzeptionsalter in Wochen

n Anzahl der Kinder

$\bar{x}$ Mittelwert

s Standardabweichung

| K.A. | | State 2 | Indeterm. Sleep | State 1 |
|---|---|---|---|---|
| 30/31 | $\bar{x}$ | 28,3 | 7,5 | 7,5 |
| n=3 | s | 12,6 | 0,4 | 3,8 |
| 32/33 | $\bar{x}$ | 26,6 | 5,9 | 10,2 xx |
| n=8 | s | 6,0 | 3,7 | 2,8 |
| 35 | $\bar{x}$ | 31,1 | 5,2 | 13,9 |
| n=5 | s | 9,4 | 1,6 | 1,9 |
| 36 | $\bar{x}$ | 31,1 | 4,3 | 13,9 xx |
| n=10 | s | 10,2 | 1,9 | 4,3 |

xx $p < 0,1$ = Unterschied zwischen 32/33 und 36 Wochen K.A.
(Mann-Whitney-U-Test)

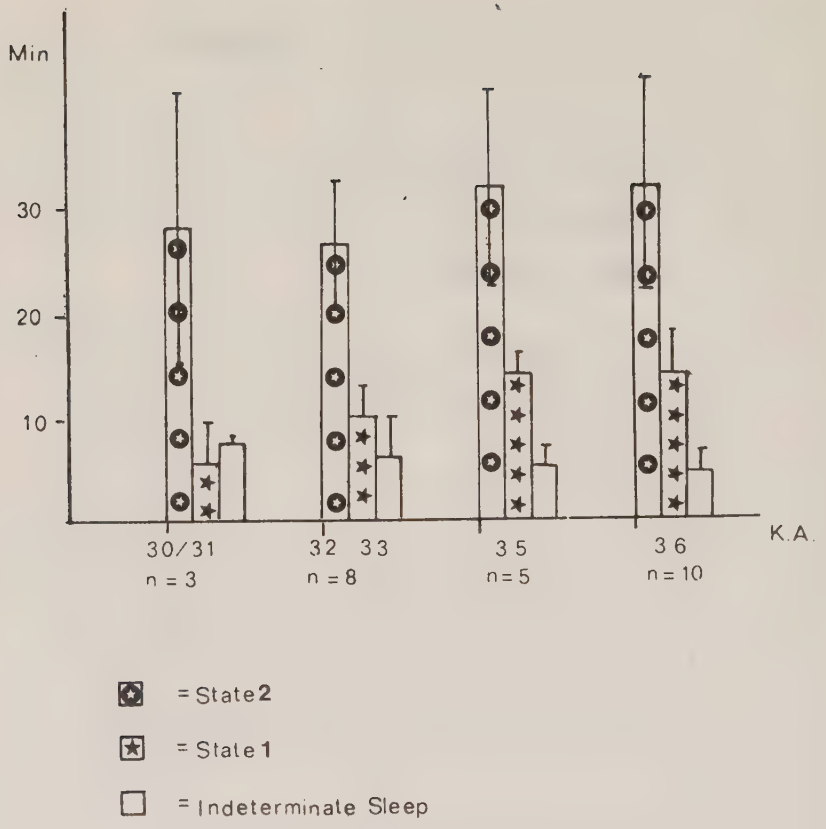



Abb. 1

3-Stunden-Ableitungen

Durchschnittliche State-Dauer in Minuten

K.A. Konzeptionsalter in Wochen

n Anzahl der Kinder

Tabelle 3

3-Stunden Ableitungen:

Anteile der einzelnen States in Prozent

K.A. Konzeptionsalter in Wochen

n Anzahl der Kinder

$\bar{x}$ Mittelwert

s Standardabweichung

| K.A. | | State 2 | Indeterm. Sleep | State 1 | Wachzustand |
|---|---|---|---|---|---|
| 30/31 | $\bar{x}$ | 56,6 | 24,8 | 12,2 | 6,5 |
| n=3 | s | 9,2 | 5,7 | 1,0 | 4,4 |
| 32/33 | $\bar{x}$ | 57,2 | 16,2 | 16,5 | 10,2 |
| n=8 | s | 13,4 | 11,5 | 6,8 | 10,6 |
| 35 | $\bar{x}$ | 48,9 | 18,5 | 24,9 | 7,8 |
| n=5 | s | 9,6 | 6,9 | 4,7 | 8,9 |
| 36 | $\bar{x}$ | 59,4 | 11,7 | 19,6 | 9,9 |
| n=10 | s | 9,9 | 6,5 | 6,4 | 7,5 |

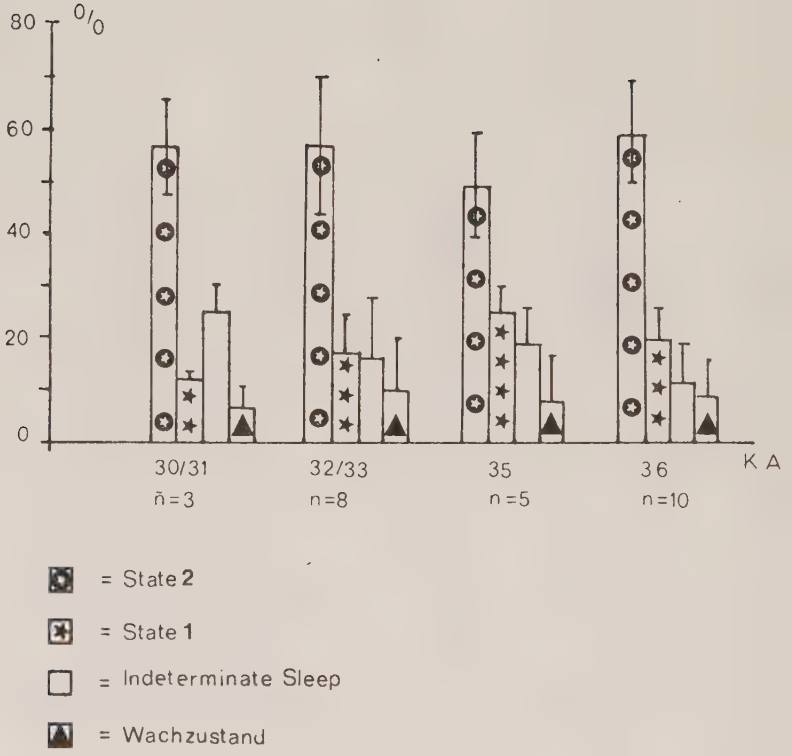



Abb. 2

3-Stunden-Ableitungen

Anteile der einzelnen States in Prozent

K.A. Konzeptionsalter in Wochen

n Anzahl der Kinder

### 3.1.3. LANGZEITABLEITUNGEN ÜBER 24 STUNDEN

Tabelle 4 zeigt die durchschnittliche Statedauer von fünf Frühgeborenen im Konzeptionsalter von 36 Wochen, die über 24 Stunden untersucht wurden. Es fällt auf, daß die Streubreite im State 2 erheblich größer ist als im State 1.
Tabelle 5 zeigt die State-Anteile der fünf Kinder. Die prozentualen State-Anteile der einzelnen Kinder weisen keine großen Unterschiede auf. Bemerkenswert konstant erscheint der Anteil des State 1. Durchschnittlich verbringen die fünf Kinder 49,5% der gesamten Ableitungszeit im State 2; 18,6% im State 1; 9,9% im Indeterminate Sleep und 22,9% im Wachzustand. Vergleicht man die Anteile von State 1 und Indeterminate Sleep an den Langzeitableitungen mit denen der dreistündigen Ableitungen von Kindern gleichen Konzeptionsalters, so ergibt sich eine weitgehende Übereinstimmung (18,6% - 19,6% und 9% - 11,7%).
Der Anteilsverlust des State 2 bei den 24-Stunden-Ableitungen (49,5% gegenüber 59,4%) entspricht der Zunahme des Wachzustandes (22,1% gegenüber 9,4%).

Im Rahmen der Langzeituntersuchungen wurde die Abhängigkeit der Wachphasen von den Fütterungen untersucht. (Abb. 3)
Bei dem Kind Nr. 21 (S 147), das am 6. Lebenstag untersucht wurde, läßt sich schon zu diesem Zeitpunkt eine deutliche Abhängigkeit des Verhaltens von den Fütterungen erkennen. Vor jeder Mahlzeit, mit einer Ausnahme, erwacht das Kind. Kind Nr. 19 (S 142), 13 Tage alt, ist vor sechs der insgesamt acht Mahlzeiten wach. Kind Nr. 16 (S 140) war vier Tage vor der Untersuchung von acht auf sechs Mahlzeiten umgestellt worden. Hier dauern die Wachphasen zum Teil wesentlich länger als bei den beiden anderen Kindern; sie fallen zeitlich mit den alten Fütterungszeiten zusammen oder liegen unmittelbar davor.

Tabelle 4

24-Stunden-Ableitungen:

Durchschnittliche State-Dauer in Minuten bei 5 Frühgeborenen im Konzeptionsalter von 36 Wochen

Abl. Nr. Nummer der Ableitung

$\bar{x}$ Mittelwert

s Standardabweichung

| Kind Abl.Nr. | | State 2 | Indeterm. Sleep | State 1 |
|---|---|---|---|---|
| 16 | $\bar{x}$ | 25,9 | 5,8 | 16,1 |
| (S 140) | s | 21,9 | 4,8 | 6,8 |
| 18 | $\bar{x}$ | 29,7 | 4,1 | 14,9 |
| (S 141) | s | 18,1 | 3,1 | 7,8 |
| 19 | $\bar{x}$ | 30,4 | 6,9 | 15,7 |
| (S 142) | s | 23,2 | 5,3 | 7,4 |
| 20 | $\bar{x}$ | 25,6 | 3,4 | 15,9 |
| (S 143) | s | 14,2 | 2,8 | 5,2 |
| 21 | $\bar{x}$ | 28,6 | 4,7 | 19,1 |
| (S 147) | s | 22,8 | 3,1 | 6,1 |

Tabelle 5

24-Stunden-Ableitungen:

Anteile der einzelnen States in Prozent bei 5 Frühgeborenen im Konzeptionsalter von 36 Wochen

Abl.Nr. Nummer der Ableitung

$\bar{x}$ Mittelwert dieser Gruppe

s Standardabweichung

| Kind Abl.Nr. | State 2 | Indeterm. Sleep | State 1 | Wachzustand |
|---|---|---|---|---|
| 16 (S 140) | 46,9 | 12,7 | 17,8 | 22,6 |
| 18 (S 141) | 54,0 | 8,2 | 17,5 | 19,9 |
| 19 (S 142) | 52,8 | 12,0 | 17,4 | 17,8 |
| 20 (S 143) | 46,0 | 8,2 | 19,9 | 15,9 |
| 21 (S 147) | 47,4 | 8,5 | 19,9 | 24,1 |
| $\bar{x}$ | 49,4 | 9,9 | 18,5 | 20,1 |
| s | 3,7 | 2,2 | 1,3 | 3,4 |

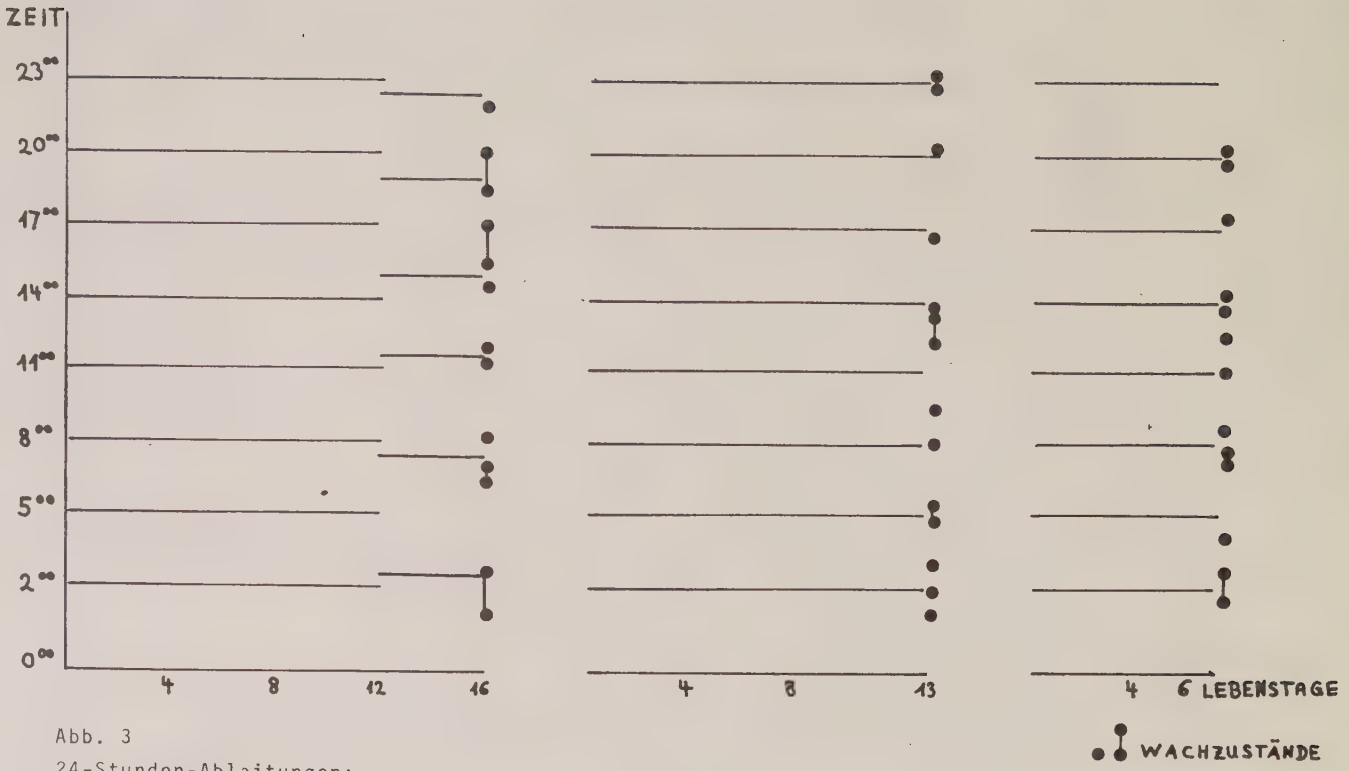



Abb. 3
24-Stunden-Ableitungen:
Abhängigkeit des Schlaf-Wachrhythmus von den Fütterungsintervallen
bei Frühgeborenen im Konzeptionsalter von 36 Wochen

### 3.1.4. STATE - PROFILE

Bei allen untersuchten Kindern sind Schlafzyclen erkennbar, das heißt sich wiederholende Wechsel zwischen ruhigem und unruhigem Schlaf. Dieser Wechsel scheint bei Kindern der Altersgruppe von 36 Wochen besser organisiert zu sein als bei den jüngeren Frühgeborenen. (Abb. 4a-d). Mit Ausnahme von sechs Ableitungen beginnen alle mit State 2 oder mit Wachzustand. Alle Kinder erreichen dann innerhalb der ersten Stunde eine Phase ruhigen Schlafes. Indeterminate Sleep findet sich bei den Kindern der Gruppe von 36 Wochen lediglich beim Übergang von einem Verhaltenszustand in einen anderen. Bei jüngeren Kindern werden die States häufig von Indeterminate Sleep unterbrochen (Abb. 4a). Aus den Stateprofilen der Langzeitableitungen (Abb. 5a-c) geht hervor, daß große intra- und interindividuelle Unterschiede in der Dauer der einzelnen States bestehen.

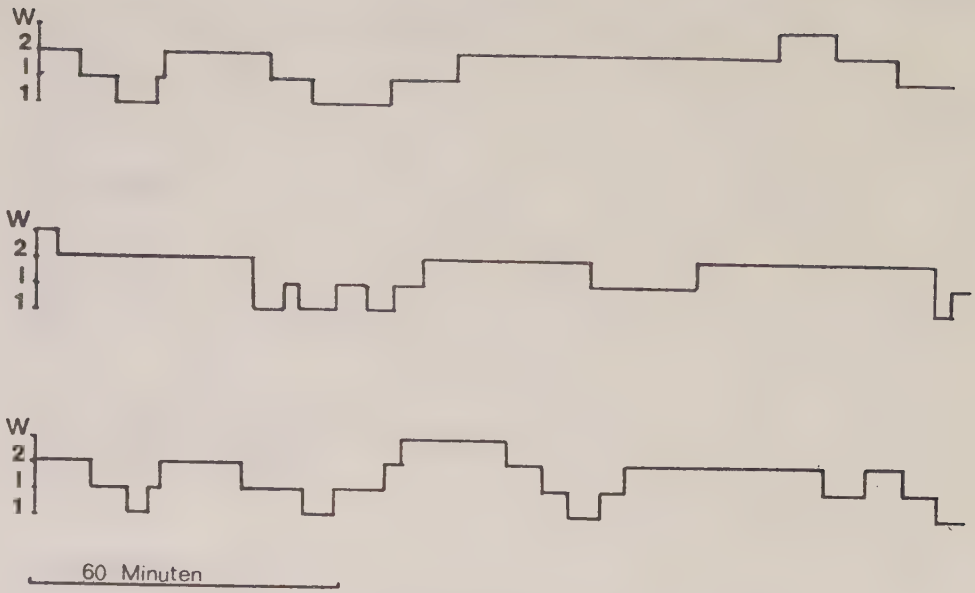



Abb. 4a)
3-Stunden-Ableitungen
State-Profile der Frühgeborenen im Konzeptionsalter von 30/31 Wochen
W Wachzustand
2 State 2
I Indeterminate Sleep
1 State 1

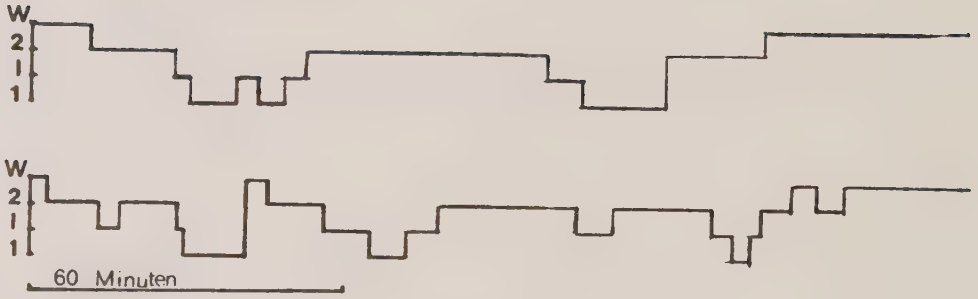



Abb. 4b)
3-Stunden-Ableitungen
Typische State-Profile im Konzeptionsalter von 32/33 Wochen



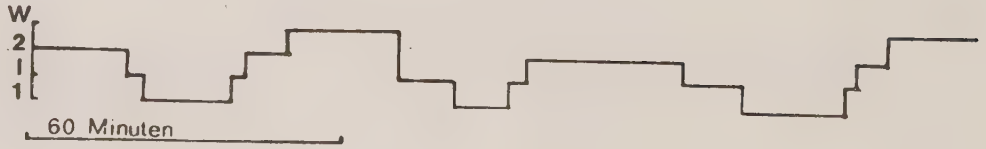



Abb. 4c)
3-Stunden-Ableitung
Typisches State-Profil im Konzeptionsalter von 35 Wochen

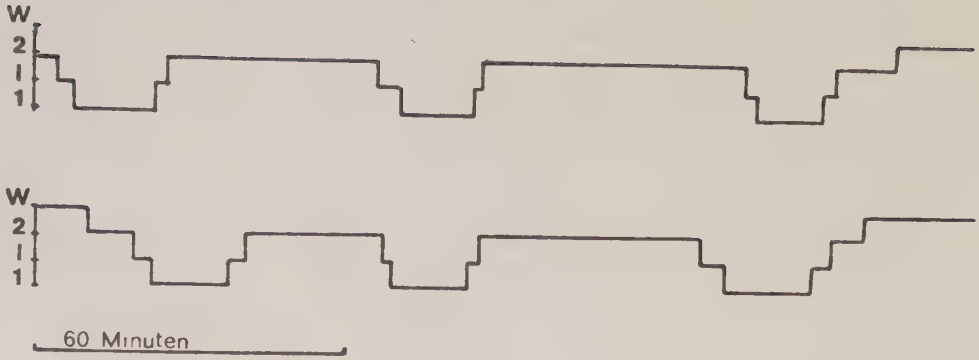



Abb. 4d)
3-Stunden-Ableitungen
Typische State-Profile im Konzeptionsalter von 36 Wochen

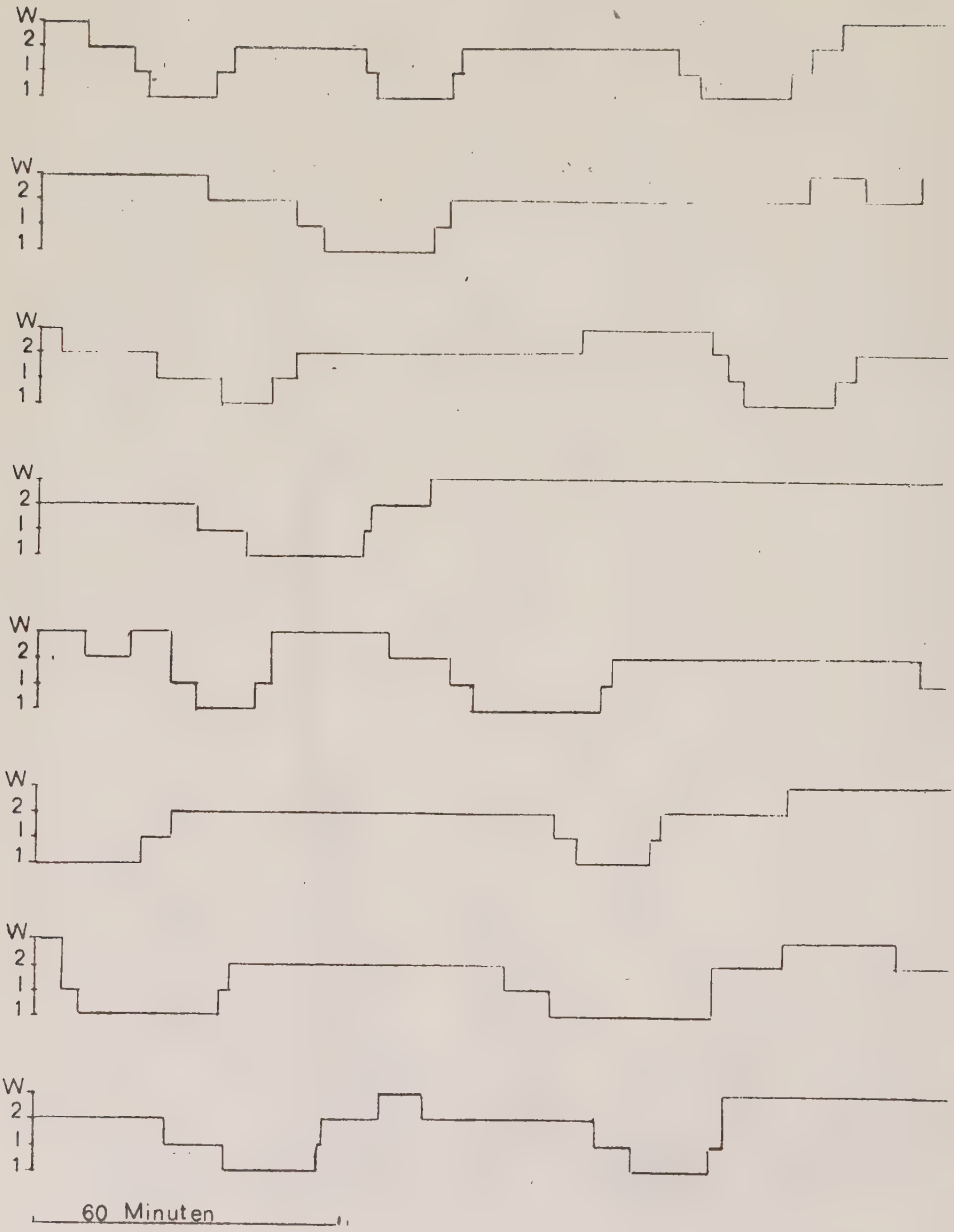



Abb. 5a)

State-Profil der Langzeitableitung S 140 über 24 Stunden

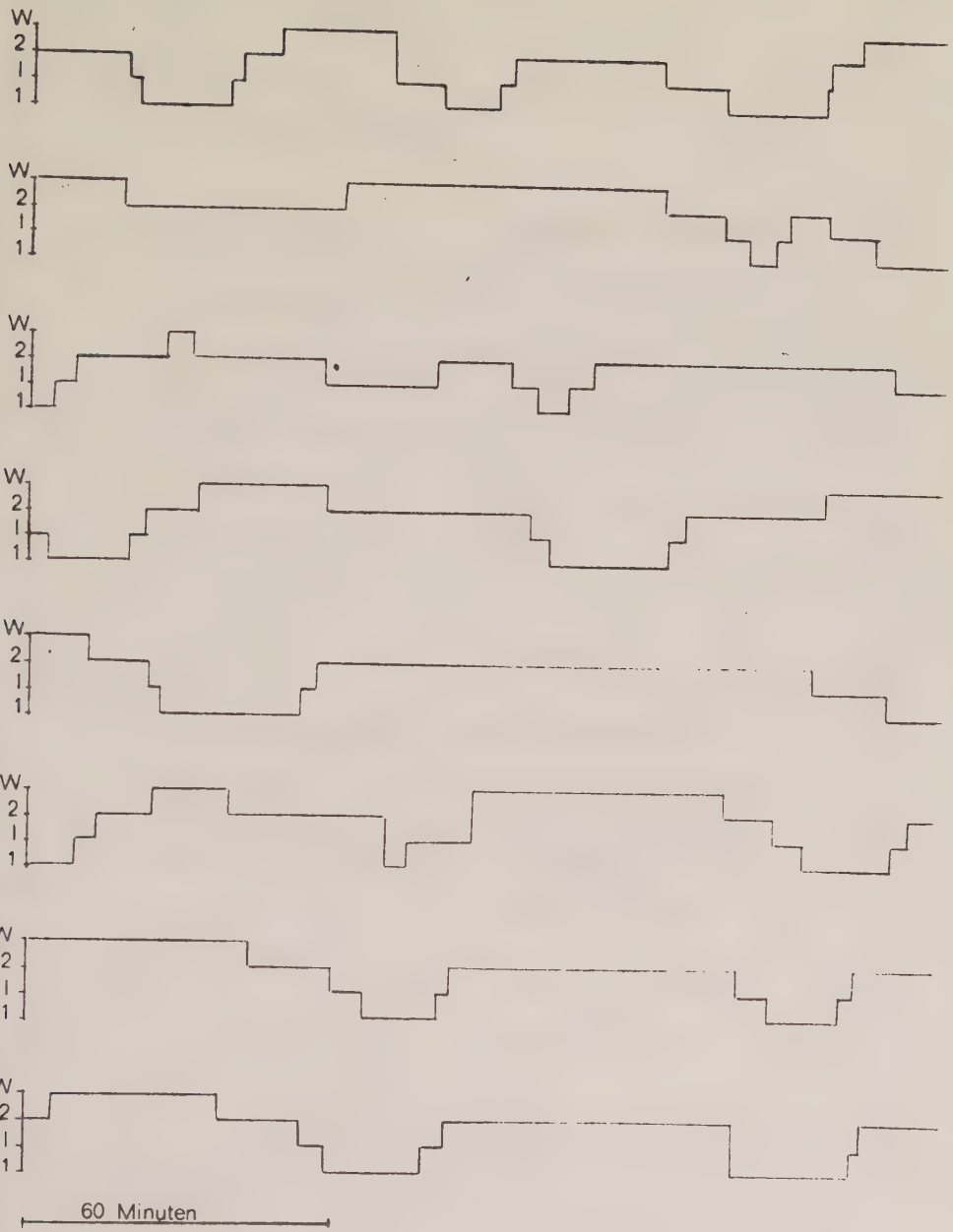



Abb. 5b)

State-Profil der Langzeitableitung S 142 über 24 Stunden

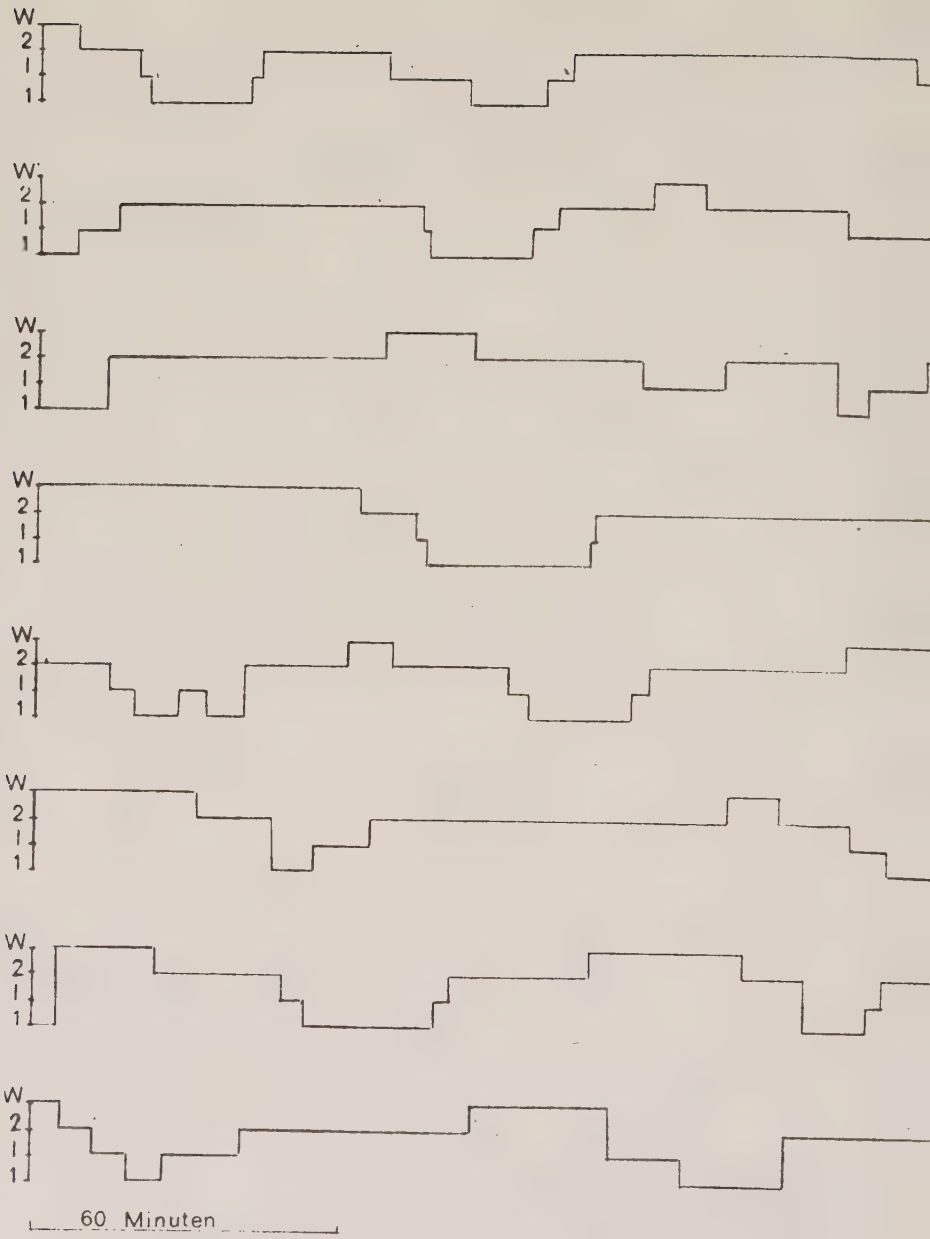



Abb. 5c)

State-Profil der Langzeitableitung S 147 über 24 Stunden

## 3.2. AUGENBEWEGUNGEN

Im State 2 fand sich mit zunehmendem Konzeptionsalter ein statistisch signifikanter Anstieg der raschen Augenbewegungen (REM) von 5,3 pro Minute im Konzeptionsalter von 32/33 Wochen auf 8,3 pro Minute im Alter von 36 Wochen (Tab.6, Abb.6). Sehr vereinzelt traten rasche Augenbewegungen auch im State 1 auf.

## 3.3. MOTILITÄT

### 3.3.1. STRETCH, GROSS BODY MOVEMENT

Große Körperbewegungen treten im unruhigen Schlaf signifikant häufiger auf als im ruhigen Schlaf ($p<0,1$). Im State 1 werden sie mit zunehmendem Alter seltener ($p<0,1$); im State 2 dagegen bleiben sie in ihrer Frequenz unverändert. (Tab.7 und 8m Abb. 7 und 8).

Tabelle 6

Häufigkeit der raschen Augenbewegungen/Minute REM

K.A. Konzeptionsalter in Wochen

n Anzahl der Kinder

$\bar{x}$ Mittelwert

s Standardabweichung

| K.A. | | State 2 | State 1 |
|---|---|---|---|
| 30/31 | $\bar{x}$ | 5,2 | 0,17 |
| n=3 | s | 1,3 | 0,23 |
| 32/33 | $\bar{x}$ | 5,3 xx | 0,16 |
| n=8 | s | 1,6 | 0,19 |
| 35 | $\bar{x}$ | 6,6 | 0,13 |
| n=5 | s | 1,1 | 0,23 |
| 36 | $\bar{x}$ | 8,3 xx | 0,12 |
| n=10 | s | 2,6 | 0,11 |

xx $p<0,025$ = Unterschied zwischen 32/33 und 36 Wochen K.A.

(Mann-Whitney-U-Test)

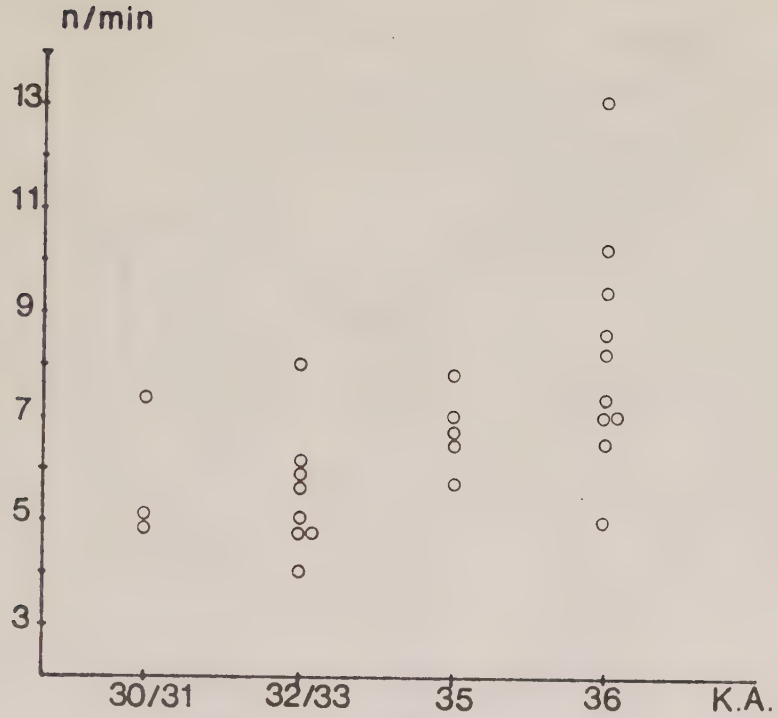



Abb. 6

Häufigkeit der raschen Augenbewegungen
im State 2
K.A. Konzeptionsalter in Wochen

Tabelle 7

Häufigkeit der spontanen Motilität/Minute

Stretches

K.A. Konzeptionsalter in Wochen

n Anzahl der Kinder

$\bar{x}$ Mittelwert

s Standardabweichung

| K.A. | | State 2 | Indeterm. Sleep | State 1 |
|---|---|---|---|---|
| 30/31 | $\bar{x}$ | 0,18 | 0,12 | 0,06 |
| n=3 | s | 0,05 | 0,13 | 0,07 |
| 32/33 | $\bar{x}$ | 0,13 x | 0,12 | 0,5 x xx |
| n=8 | s | 0.09 | 0,10 | 0,05 |
| 35 | $\bar{x}$ | 0,12 | 0,14 | 0,09 |
| n=5 | s | 0,08 | 0,08 | 0,14 |
| 36 | $\bar{x}$ | 0,14 x | 0,09 | 0,02 x xx |
| n=10 | s | 0,04 | 0,07 | 0,03 |

x $p<0,1$ = Unterschied zwischen State 1 und State 2

xx $p<0,1$ = Unterschied zwischen 32/33 und 36 Wochen K.A.

(Mann-Whitney-U-Test)

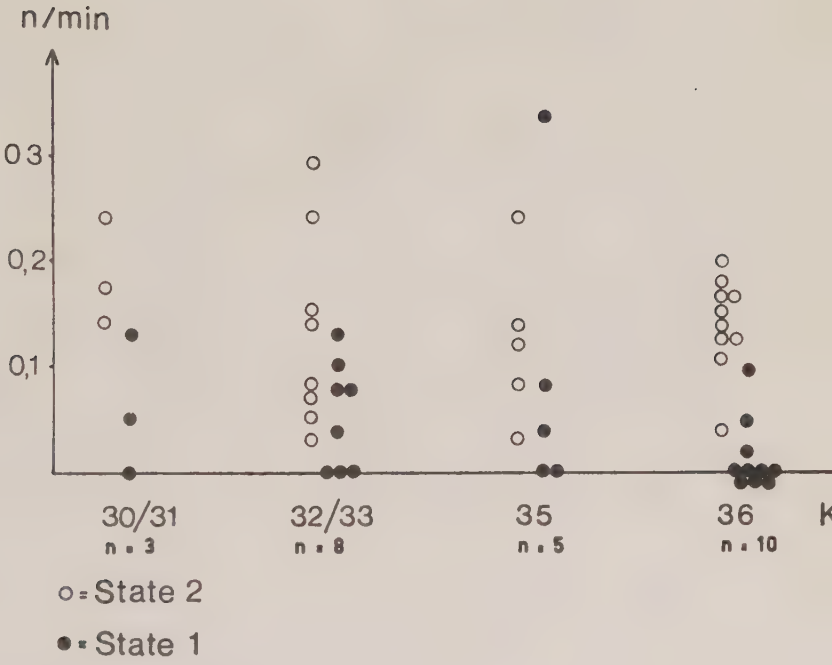



Abb. 7

Häufigkeit der spontanen Motilität/Minute

Stretches

K.A. Konzeptionsalter in Wochen

Tabelle 8

Häufigkeit der spontanen Motilität/Minute

Gross Body Movements

K.A. Konzeptionsalter in Wochen

n Anzahl der Kinder

$\bar{x}$ Mittelwert

s Standardabweichung

| K.A. | | State 2 | Indeterm. Sleep | State 1 |
|---|---|---|---|---|
| 30/31 | $\bar{x}$ | 0,22 | 0,30 | 0,20 |
| n=3 | s | 0,10 | 0,07 | 0,18 |
| 32/33 | $\bar{x}$ | 0,25 x | 0,23 | 0,10 x xx |
| n=8 | s | 0,12 | 0,12 | 0,10 |
| 35 | $\bar{x}$ | 0,26 | 0,27 | 0,15 |
| n=5 | s | 0,10 | 0,04 | 0,10 |
| 36 | $\bar{x}$ | 0,29 x | 0,23 | 0,02 x xx |
| n=10 | s | 0,05 | 0,15 | 0,03 |

x $p<0,1$ = Unterschied zwischen State 1 und State 2

xx $p<0,1$ = Unterschied zwischen 32/33 und 36 Wochen K.A.

(Mann-Whitney-U-Test)

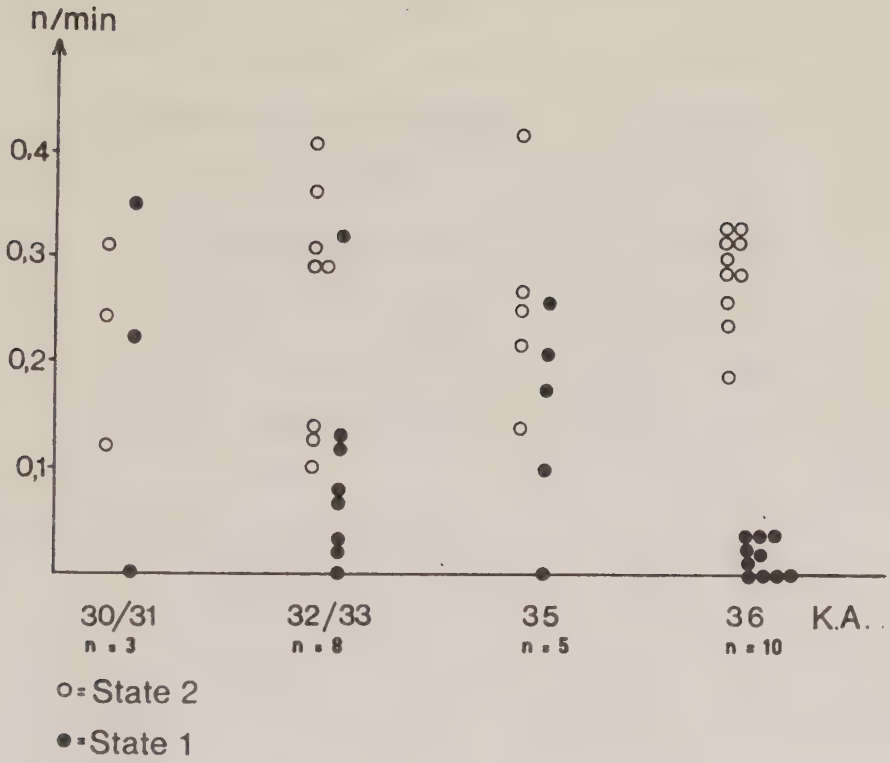



Abb. 8

Häufigkeit der spontanen Motilität/Minute

Gross Body Movements

K.A. Konzeptionsalter in Wochen

### 3.3.2. TWITCHES ($T_1$ / $T_{2-4}$), STARTLES

Twitches treten im unruhigen Schlaf signifikant häufiger auf als im ruhigen Schlaf, mit Ausnahme der Twitches $T_{2-4}$ der Altersgruppe 32/33 Wochen. Beim Vergleich der Altersgruppen ergab sich sowohl für $T_1$ als auch für $T_{2-4}$ im State 1 eine signifikante Abnahme der Häufigkeit mit zunehmendem Konzeptionsalter ($p<0,1$), während im State 2 lediglich für $T_1$ ein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Altersgruppen bestand ($p<0,1$). (Tab. 9 und 10, Abb. 9 und 10).

Startles traten bei allen Altersgruppen häufiger im State 1 auf; ein signifikanter Unterschied bestand jedoch nur bei der Altersgruppe von 32/33 Wochen ($p<0,1$). Eine Abhängigkeit der Frequenz vom Konzeptionsalter war nicht nachzuweisen. (Tab. 11,Abb.11).

### 3.3.3. MOUTHING

Weder zwischen State 1 und State 2 noch zwischen den verschiedenen Altersgruppen waren Unterschiede in der Häufigkeit erkennbar.

Tabelle 9

Häufigkeit der spontanen Motilität/Minute

Twitches ($T_1$)

K.A. Konzeptionsalter in Wochen

n Anzahl der Kinder

$\bar{x}$ Mittelwert

s Standardabweichung

| K.A. | | State 2 | Indeterm. Sleep | State 1 |
|---|---|---|---|---|
| 30/31 | $\bar{x}$ | 1,31 | 1.08 | 0,88 |
| n=3 | s | 0,13 | 0,37 | 0,55 |
| 32/33 | $\bar{x}$ | 0,97 x xx | 0,66 | 0,63 x xx |
| n=8 | s | 0,25 | 0,30 | 0,21 |
| 35 | $\bar{x}$ | 0,94 | 0,80 | 0,59 |
| n=5 | s | 0,37 | 0,55 | 0,50 |
| 36 | $\bar{x}$ | 0,82 x xx | 0,29 | 0,25 x xx |
| n=10 | s | 0,20 | 0,14 | 0,13 |

x $p<0,1$ = Unterschied zwischen State 1 und State 2

xx $p<0,1$ = Unterschied zwischen 32/33 und 36 Wochen K.A.

(Mann-Whitney-U-Test)

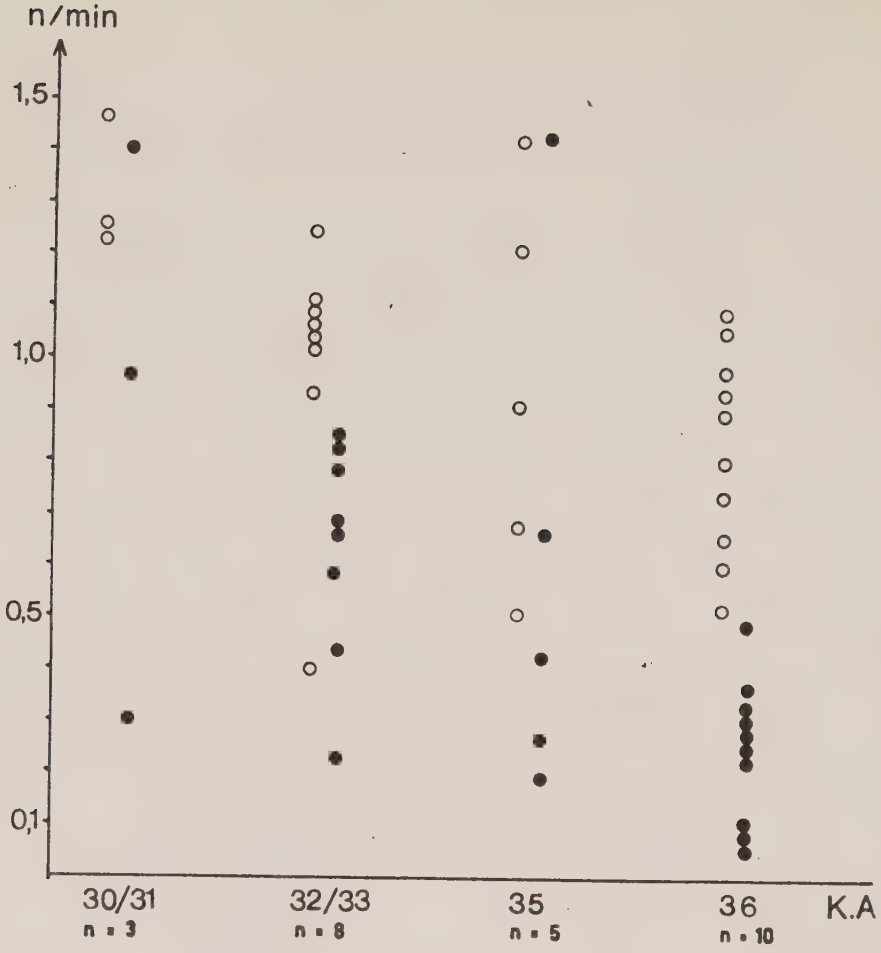



Abb. 9

Häufigkeit der spontanen Motilität/Minute

Twitches ($T_1$)

K.A. Konzeptionsalter in Wochen

Tabelle 10

Häufigkeit der spontanen Motilität/Minute

Twitches ($T_{2-4}$)

K.A. Konzeptionsalter in Wochen

n Anzahl der Kinder

$\bar{x}$ Mittelwert

s Standardabweichung

| K.A. | | State 2 | Indeterm. Sleep | State 1 |
|---|---|---|---|---|
| 30/31 | $\bar{x}$ | 0,48 | 0,21 | 0,17 |
| n=3 | s | 0,30 | 0,02 | 0,06 |
| 32/33 | $\bar{x}$ | 0,37 | 0,44 | 0,37 xx |
| n=8 | s | 0,25 | 0,25 | 0,20 |
| 35 | $\bar{x}$ | 0,45 | 0,18 | 0,19 |
| n=5 | s | 0,15 | 0,13 | 0,09 |
| 36 | $\bar{x}$ | 0,39 x | 0,19 | 0,14 x xx |
| n=10 | s | 0,19 | 0,23 | 0,13 |

x $p<0,1$ = Unterschied zwischen State 1 und State 2

xx $p<0,1$ " Unterschied zwischen 32/33 und 36 Wochen K.A.

(Mann-Whitney-U-Test)

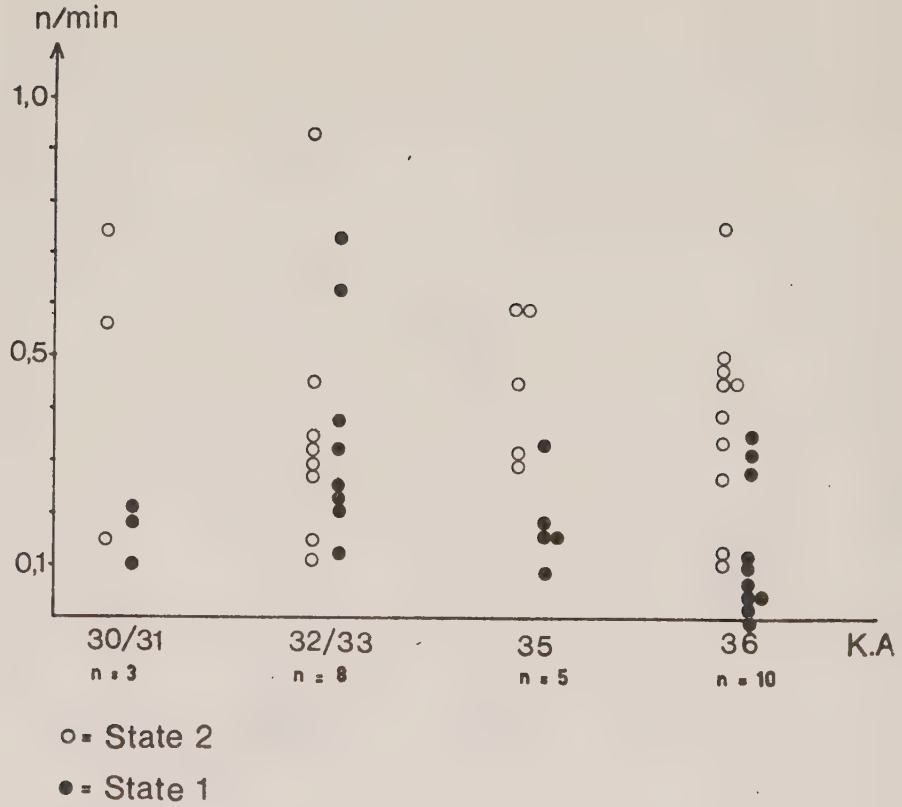



Abb. 10

Häufigkeit der spontanen Motilität/Minute

Twitches ($T_{2-4}$)

K.A. Konzeptionsalter in Wochen

Tabelle 11

Häufigkeit der spontanen Motilität/Minute

Startles

K.A. Konzeptionsalter in Wochen

n Anzahl der Kinder

$\bar{x}$ Mittelwert

s Standardabweichung

| K.A. | | State 2 | Indeterm. Sleep | State 1 |
|---|---|---|---|---|
| 30/31 | $\bar{x}$ | 0,02 | 0,03 | 0,08 |
| n=3 | s | 0,02 | 0,03 | 0,04 |
| 32/33 | $\bar{x}$ | 0,02 x | 0,09 | 0,08 x |
| n=8 | s | 0,02 | 0,07 | 0,05 |
| 35 | $\bar{x}$ | 0,02 | 0,05 | 0,03 |
| n=5 | s | 0,03 | 0,06 | 0,05 |
| 36 | $\bar{x}$ | 0,06 | 0,02 | 0,07 |
| n=10 | s | 0.07 | 0,03 | 0,12 |

x $p<0,1$ = Unterschied zwischen State 1 und State 2 (Mann-Whitney-U-Test)

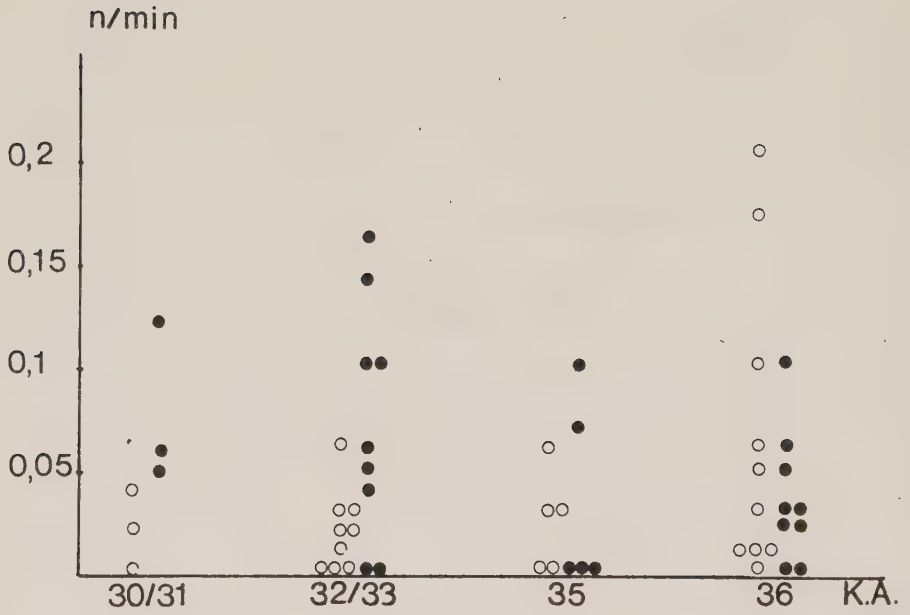



Abb. 11

Häufigkeit der spontanen Motilität/Minute

Startles

K.A. Konzeptionsalter in Wochen

## 3.4. ATMUNG

### 3.4.1. ATEMFREQUENZ

Im State 2 ist die Atemfrequenz höher als im State 1 ($p<0,1$). Mit steigendem Konzeptionsalter wird die Differenz zwischen den beiden States größer. Sie ist im Konzeptionsalter von 36 Wochen statistisch signifikant ($p<0,1$). Bei den Kindern der Gruppe von 36 Wochen ist die Streubreite im State 1 geringer als in den übrigen Gruppen, während sie im State 2 größer ist als in den Gruppen von 32/33 und 35 Wochen. Sowohl im ruhigen als auch im unruhigen Schlaf wird die Atemfrequenz mit zunehmendem Konzeptionsalter geringer, jedoch lediglich die Abnahme im State 1 ist statistisch signifikant ($p<0,1$).

### 3.4.2. APNOEN (≥3 sec.)

Apnoen mit einer Dauer von über 3 Sekunden treten im State 2 signifikant häufiger auf als im State 1 ($p<o,1$). Mit zunehmendem Alter werden die Apnoen geringer; im State 1 ist die Abnahme statistisch signifikant ($p<0,005$), im State 2 dagegen nicht (Tab. 13, Abb. 12). Es ließen sich keine die Frequenz der Apnoen betreffenden Unterschiede zwischen den Kindern mit 5-9 Lebenstagen und Kindern mit über 20 Lebenstagen nachweisen.

Tabelle 12

Durchschnittliche Atemfrequenz pro Minute

bei Frühgeborenen verschiedenen Konzeptionsalters:

K.A. Konzeptionsalter in Wochen

n Anzahl der Kinder

$\bar{x}$ Mittelwert

s Standardabweichung

| K.A. | | State 2 | Indeterm. Sleep | State 1 |
|---|---|---|---|---|
| 30/31 | $\bar{x}$ | 64,3 | 61,4 | 58,9 |
| n=3 | s | 11,5 | 12,1 | 10,8 |
| 32/33 | $\bar{x}$ | 64,9 x | 61,2 | 58,2 x xx |
| n=8 | s | 5,6 | 7,5 | 8,6 |
| 35 | $\bar{x}$ | 65,4 | 63,2 | 58,8 |
| n=5 | s | 4,1 | 6,7 | 11,6 |
| 36 | $\bar{x}$ | 61,0 x | 54,7 | 47,2 x xx |
| n=10 | s | 7,9 | 6,4 | 7,1 |

x $p<0,1$ = Unterschied zwischen State 1 und State 2

xx $p<0,1$ = Unterschied zwischen 32/33 und 36 Wochen K.A.

(Mann-Whitney-U-Test)

Tabelle 13

Durchschnittliche Häufigkeit der Apnoen (≥3sec) bei Frühgeborenen verschiedenen Konzeptionsalters:

K.A. Konzeptionsalter in Wochen

n Anzahl der Kinder

$\bar{x}$ Mittelwert

s Standardabweichung

| K.A. | | State 2 | Indeterm. Sleep | State 1 |
|---|---|---|---|---|
| 30/31 | $\bar{x}$ | 1,55 | 0,94 | 0,74 |
| n=3 | s | 0,25 | 0,14 | 0,46 |
| 32/33 | $\bar{x}$ | 1,64 x | 1,53 | 0,87 x xx |
| n=8 | s | 0,81 | 0,66 | 0,54 |
| 35 | $\bar{x}$ | 1,76 | 1,46 | 0,81 |
| n=5 | s | 1,20 | 1,16 | 0,73 |
| 36 | $\bar{x}$ | 1,33 x | 0,78 | 0,30 x xx |
| n=10 | s | 0,82 | 0,53 | 0,19 |

x $p<0,1$ = Unterschied zwischen State 1 und State 2

xx $p<0,1$ = Unterschied zwischen 32/33 und 36 Wochen K.A.

(Mann-Whitney-U-Test)

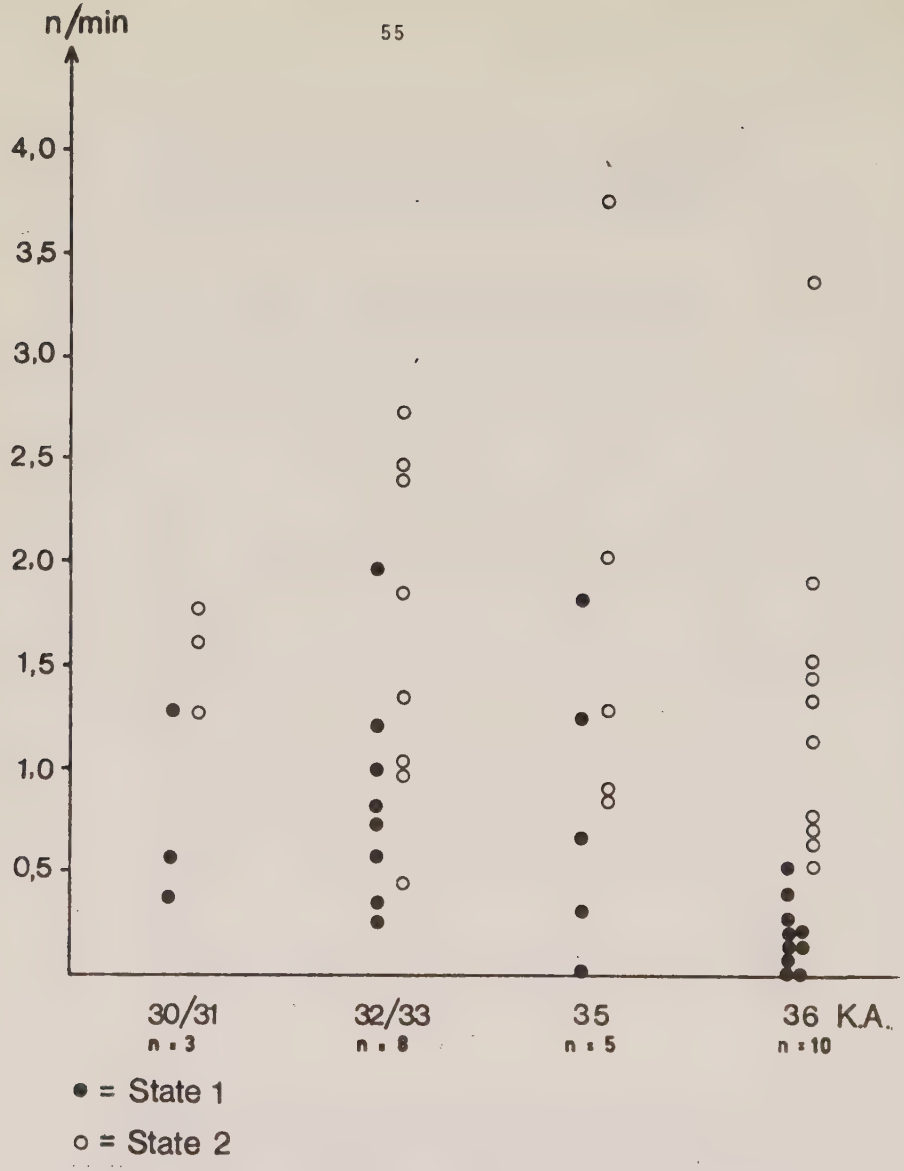



Abb. 12

Häufigkeit der Apnoen ≤3 sec pro Minute
K.A. Konzeptionsalter in Wochen

### 3.4.3. PERIODISCHE ATMUNG

Periodische Atmung tritt im State 2 häufiger auf als im State 1 ($p<0,1$). (Tab. 14). Dieses Ergebnis korreliert mit dem der Apnoen, die ebenfalls im State 2 häufiger auftreten. Im State 1 wird die Periodische Atmung mit zunehmendem Alter seltener ($p<0,1$). Im State 2 dagegen ist keine signifikante Differenz zwischen den beiden Altersgruppen erkennbar.

### 3.4.4. APNOEN ≥ 10 SEKUNDEN

In den meisten Fällen treten diese Apnoen nach Gross Body Movements oder Stretches auf, vereinzelt nach Twitches. Nur bei einem Kind wurden zwei Apnoen dieser Länge nach Startles beobachtet; die Länge der Apnoen nach Startles beträgt überwiegend 6 Sekunden. Mit zunehmendem Alter werden sie seltener.(Tag. 15). Bei den jüngeren Frühgeborenen treten ein Viertel der langen Apnoen ohne Körperbewegungen auf, bei den älteren Kindern sinkt dieser Anteil auf ein Fünftel. Die längste in dieser Untersuchung beobachtete Apnoe dauerte 25 Sekunden.

Tabelle 14

Durchschnittliche Häufigkeit der Periodischen Atmung bei Frühgeborenen verschiedenen Konzeptionsalters

K.A. Konzeptionsalter in Wochen
n Anzahl der Kinder
$\bar{x}$ Mittelwert
s Standardabweichung

| K.A. | | State 2 | State 1 |
|---|---|---|---|
| 30/31 | $\bar{x}$ | 11,33 | 2,33 |
| n=3 | s | 9,07 | 1,53 |
| 32/33 | $\bar{x}$ | 28,38 x | 6,75 x xx |
| n=8 | s | 25,74 | 8,07 |
| 35 | $\bar{x}$ | 24,80 | 6,80 |
| n=5 | s | 33,67 | 10,47 |
| 36 | $\bar{x}$ | 29,30 x | 1,80 x xx |
| n=10 | s | 33,56 | 2,86 |

x $p<0,1$ = Unterschied zwischen State 1 und State 2

xx $p<0,1$ = Unterschied zwischen 32/33 und 36 Wochen K.A.

Tabelle 15

Apnoen ≥10 sec: Durchschnittliche Häufigkeit in Beziehung zur Motilität bei Frühgeborenen verschiedenen Konzeptionsalters

K.A. Konzeptionsalter in Wochen
T Twitch
Sta Startle
GBM Gross Body Movement
Str Stretch
n Anzahl der Kinder
$\bar{x}$ Mittelwert
s Standardabweichung

| K.A. | | T/Sta | GBM/Str | ohne Bewegung | Summe |
|---|---|---|---|---|---|
| 30-33 | $\bar{x}$ | 0,54 | 4,27 | 1,64 | |
| n=11 | s | 0,82 | 3,58 | 1,75 | |
| | 10" | 6 | 47 | 18 | 71 |
| 35/36 | $\bar{x}$ | 0,35 | 1,86 | 0,53 | |
| n=15 | s | 0,82 | 1,99 | 0,92 | |
| | 10" | 5 | 28 | 8 | 41 |

### 3.4.5. ATEMQUOTIENT

Aus Abbildung 12a geht hervor, daß mit zunehmendem Alter die Atmung der Frühgeborenen im State 1 regelmäßiger wird. Die Kinder der Gruppe von 30/31 Wochen haben im State 1 71,5% regelmäßige Atmung, dieser Anteil steigert sich auf 93% bei der Gruppe von 36 Wochen.

## 3.5. HERZFREQUENZ

Bei der Auswertung der Herzfrequenz stellte sich heraus, daß die Einzelwerte individuell derart schwanken, daß die Berechnung von Gruppenmittelwerten keine klaren Aussagen zuließ. Aus der Darstellung der Einzeldurchschnittswerte in Abbildung 13 ergibt sich, daß die Streubreite mit steigendem Konzeptionsalter zunimmt. Die Differenz zwischen den Einzelwerten in State 1 und State 2 wird mit zunehmendem Alter größer. Sie ist bei der Altersgruppe von 36 Wochen statistisch signifikant ($p<0,1$).(Abb. 13).

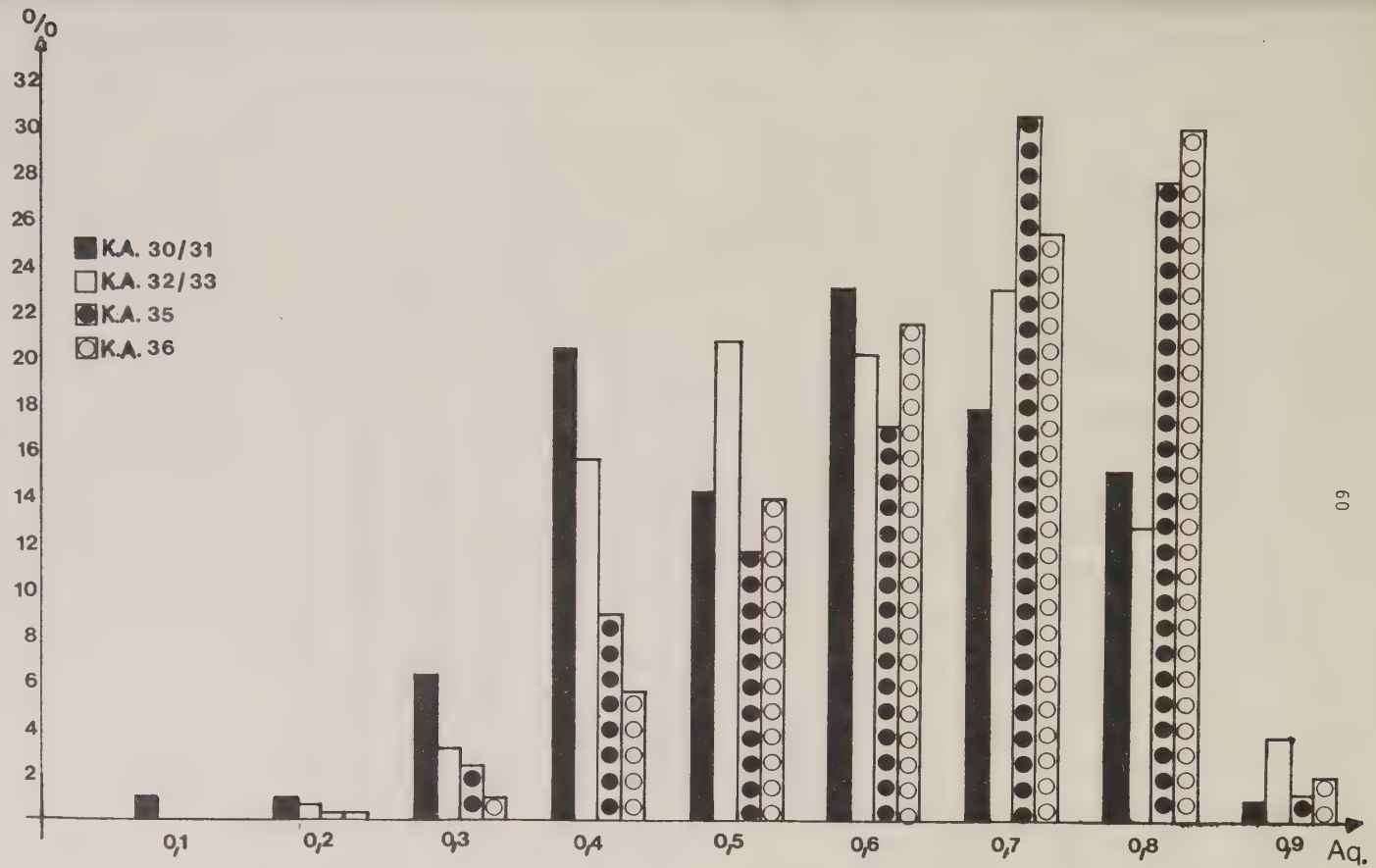



Abb. 12 a)
Durchschnittlicher Atemquotient im State 1
K.A. = Konzeptionsalter in Wochen

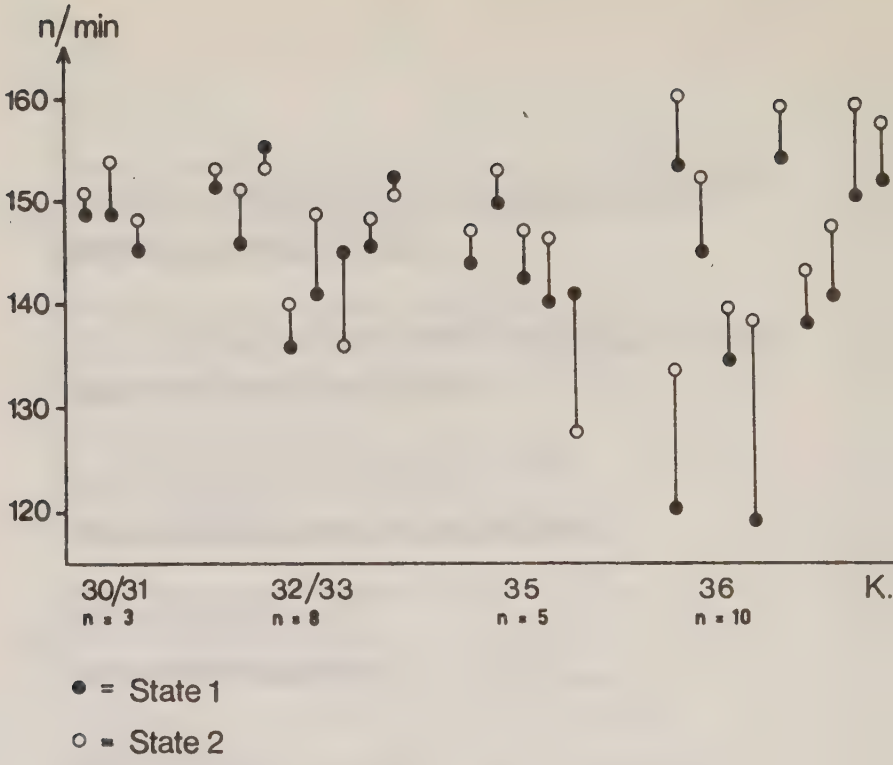



Abb. 13

Durchschnittliche Herzfrequenz im State 1 und State 2
K.A. Konzeptionsalter in Wochen

## 3.6. ELEKTROENZEPHALOGRAMM

### 3.6.1. MUSTERVERTEILUNG

Betrachtet man den Grundtypus des EEG (letzte Ziffer des Codes - Tab.16), so läßt sich folgende Aussage treffen: Im State 2 treten bei allen Altersgruppen fast ausschließlich kontinuierliche Muster vom Grundtypus ..2 und ..3 auf. Im State 1 ist das Verhältnis kontinuierliche / diskontinuierliche Muster bei den jüngsten Kindern nahezu 1:1; mit zunehmendem Konzeptionsalter nimmt der Anteil der kontinuierlichen Aktivität ab. Bei der Gruppe von 36 Wochen beträgt der Anteil der kontinuierlichen Muster nur noch 12,9%. Im Indeterminate Sleep ist ebenfalls eine Abnahme der kontinuierlichen Aktivität mit steigendem Konzeptionsalter zu beobachten.
Es läßt sich folgern, daß der Grundtypus des EEG-Musters im State 2 keinen altersabhängigen Veränderungen unterliegt, während im State 1 das für diesen State typische Muster ..7 mit fortschreitender Reifung des Gehirns häufiger wird.

Tabelle 16

Verteilung der EEG-Grundtypen ..2,..3,..5 und ..7 in den verschiedenen Schlafstadien (in Prozent).

K.A. Konzeptionsalter in Wochen

State 2:

| K.A. | EEG-Muster ..2 | ..3 | ..5 | ..7 |
|---|---|---|---|---|
| 30/31 | 25,9 | 73,8 | - | 0,3 |
| 32/33 | 18,7 | 80,3 | - | 1,0 |
| 35 | 6,0 | 92,8 | - | 1,2 |
| 36 | 18,8 | 79,6 | 1,2 | 0,4 |

State 1:

| K.A. | EEG-Muster ..2 | ..3 | ..5 | ..7 |
|---|---|---|---|---|
| 30/31 | 4,1 | 42,0 | - | 53,9 |
| 32/33 | 0,9 | 20,4 | - | 78,7 |
| 35 | 0,2 | 23,8 | - | 76,1 |
| 36 | 0,2 | 12,7 | 1,1 | 86,0 |

Indeterminate Sleep:

| K.A. | EEG-Muster ..2 | ..3 | ..5 | ..7 |
|---|---|---|---|---|
| 30/31 | 21,6 | 58,3 | - | 20,1 |
| 32/33 | 6,7 | 66,0 | - | 27,3 |
| 35 | 4,8 | 74,3 | - | 20,9 |
| 36 | 2,0 | 58,5 | 7,4 | 32,1 |

### 3.6.2. "EEG-REIFE"

Bei der Auswertung der verschiedenen Reifegrade im EEG-Muster, also der ersten beiden Ziffern des Codes, ergibt sich eine Verteilung, die erkennen läßt, daß in jedem Konzeptionsalter ein bestimmter Reifegrad am häufigsten auftritt. Daneben kommen jedoch auch Muster eines höheren oder niedrigeren Reifegrades vor. (Tab. 17-19, Abb. 14-16).
Bemerkenswert erscheint, daß die jüngeren Frühgeborenen im State 1 einen größeren Anteil an unreifen Mustern aufweisen als im State 2. Bei den Kindern der Altersgruppe von 36 Wochen nimmt der Anteil des altersentsprechenden Musters im State 1 zwar ab, jedoch nehmen sowohl unreife wie reifere Muster anteilsmäßig zu, sodaß der Reifegrad des State 1 derselbe bleibt wie der des State 2.
Vergleicht man die Differenz der EEG-Reife von State 2 und State 1, so hat die Gruppe von 32/33 Wochen im State 1 ein signifikant unreiferes Muster als im State 2 (p 0,1). Die Differenz beträgt 0,6 Wochen. Im Konzeptionsalter von 36 Wochen besteht nur noch eine durchschnittliche Differenz von 0,03 Wochen zwischen State 2 und State 1. (Tab. 20.).

Die jüngsten Kinder werden in ihrer "EEG-Reife" um durchschnittlich 2 Wochen überschätzt, bei der Gruppe von 32/33 Wochen liegt die durchschnittliche "EEG-Reife" um 0,6 Wochen über dem Konzeptionsalter; bei den älteren Frühgeborenen entspricht die "EEG-Reife" dem Konzeptionsalter. Die größte Streubreite der "EEG-Reife" von $\pm$ 1,7 Wochen wies die Altersgruppe von 35 Wochen auf. (Tab.21, Abb.17).

Tabelle 17

EEG-Muster im State 2

Anteile der verschiedenen Reifegrade in Prozent

K.A. Konzeptionsalter in Wochen

n Anzahl der Kinder

$\bar{x}$ Mittelwert

r range

| K.A. | | EEG-Muster 28. | 32. | 36. | 40. |
|---|---|---|---|---|---|
| 30/31 | $\bar{x}$ | 0,3 | 92,3 | 7,4 | - |
| n=3 | r | 0-0,9 | 78,2-100 | 0,4-21,8 | - |
| 32/33 | $\bar{x}$ | - | 76,3 | 23,7 | - |
| n=8 | r | - | 51,1-100 | 0-48,9 | - |
| 35 | $\bar{x}$ | - | 32,8 | 65,1 | 2,1 |
| n=5 | r | - | 1,5-78,9 | 21,4-98,5 | 0-10,7 |
| 36 | $\bar{x}$ | - | 3,7 | 82,9 | 13,4 |
| n=10 | r | - | 0-12,3 | 67,3-98,3 | 1,7-31,6 |

Tabelle 18

EEG-Muster im Indeterminate Sleep:

Anteile der verschiedenen Reifegrade in Prozent

K.A. Konzeptionsalter in Wochen

n Anzahl der Kinder

$\bar{x}$ Mittelwert

r range

| K.A. | | EEG-Muster 28. | 32. | 36. | 40. |
|---|---|---|---|---|---|
| 30/31 | $\bar{x}$ | 9,9 | 85,4 | 4,6 | - |
| n=3 | r | 0-29,9 | 70,1-100 | 0-13,9 | |
| 32/33 | $\bar{x}$ | 0,4 | 79,9 | 19,7 | - |
| n=8 | r | 0-0,9 | 26,1-100 | 0-73,9 | - |
| 35 | $\bar{x}$ | - | 34,3 | 64,4 | 1,0 |
| n=5 | r | - | 8,3-84,2 | 15,8-89,3 | 0-4,9 |
| 36 | $\bar{x}$ | - | 4,7 | 80,3 | 15,1 |
| n=10 | r | - | 0-31,0 | 66,7-100 | 0-32,3 |

Tabelle 19

EEG-Muster im State 1:

Anteil der verschiedenen Reifegrade in Prozent

K.A. Konzeptionsalter in Wochen

n Anzahl der Kinder

$\bar{x}$ Mittelwert

r range

| K.A. | | EEG-Muster | 32 | 36 | 40 |
|---|---|---|---|---|---|
| 30/31 | $\bar{x}$ | 20,2 | 77,9 | 1,8 | - |
| n = 3 | r | 5,4-44,2 | 55,8-89,1 | 0-5,4 | - |
| 32/33 | $\bar{x}$ | 6,0 | 77,9 | 16,0 | - |
| n = 8 | r | 0-18,9 | 52,4-94,8 | 0-47,6 | - |
| 35 | $\bar{x}$ | 0,2 | 26,5 | 68,6 | 4,7 |
| n = 5 | r | 0-0,9 | 4,1-47,8 | 51,4-85,9 | 0-23,5 |
| 36 | $\bar{x}$ | - | 8,7 | 73,5 | 17,8 |
| n = 10 | r | - | 0-36,9 | 48,3-88,1 | 0-51,7 |

Tabelle 20

Durchschnittliche "EEG-Reife" in State 2, Indeterminate Sleep und State 1 bei Frühgeborenen verschiedenen Konzeptionsalters

K.A. Konzeptionsalter in Wochen

n Anzahl der Kinder

$\bar{x}$ Mittelwert

s Standardabweichung

| K.A. | | State 2 | Indet. Sleep | State 1 | Differenz State 2-1 |
|---|---|---|---|---|---|
| 30/31 | x | 32,3 | 31,8 | 31,3 | 1,0 |
| n=3 | s | 0,6 | 0,9 | 0,9 | |
| 32/33 | x | 32,9 x | 32,8 | 32,4 x | 0,57 x |
| n=8 | s | 0,8 | 1,0 | 0,9 | |
| 35 | x | 34,9 | 34,8 | 34,7 | -0,3 |
| n=5 | s | 1,4 | 1,7 | 1,4 | |
| 36 | x | 36,4 | 36,4 | 36,4 | 0,03 |
| n=10 | s | 0,8 | 0,7 | 1,1 | |

x $p<0,1$ = Unterschied zwischen State 1 und State 2 (Mann-Whitney-U-Test)

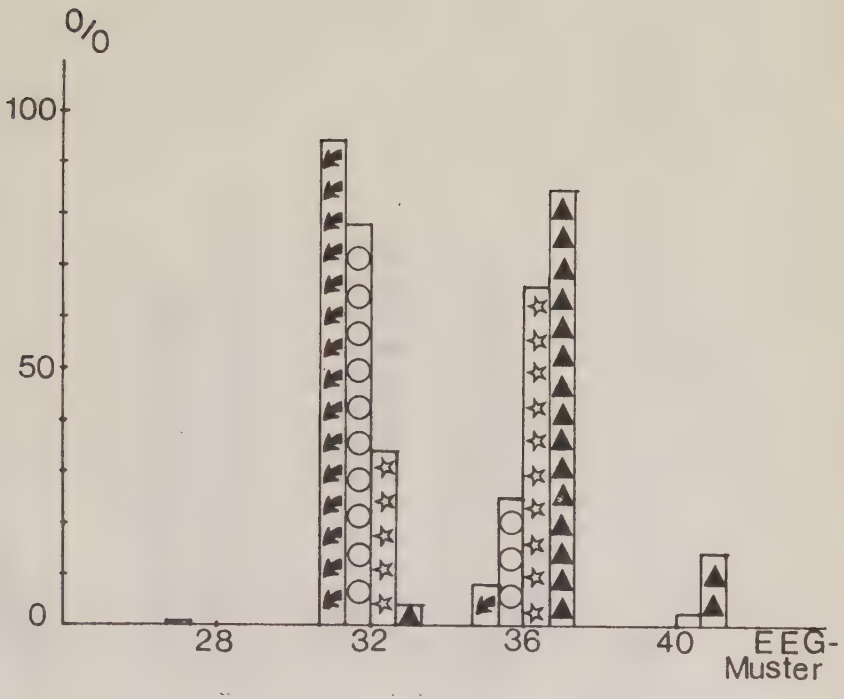



Abb. 14

EEG-Muster im State 2:
Anteile der verschiedenen Reifegrade in Prozent

Konzeptionsalter 30-31 Wochen
" 32-33 Wochen
" 35 Wochen
" 36 Wochen

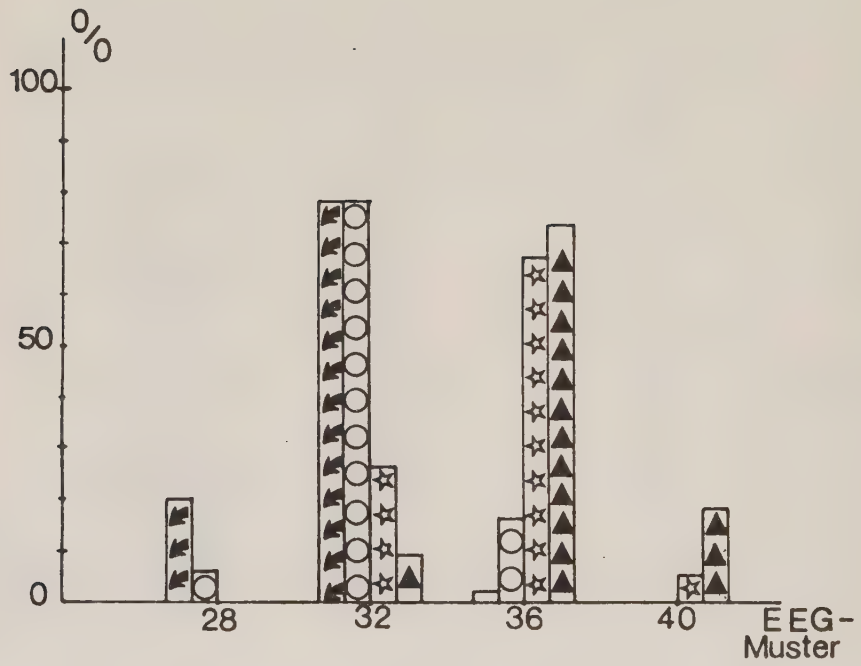



Abb. 15

EEG-Muster im Indeterminate Sleep
Anteile der verschiedenen Reifegrade in Prozent

Konzeptionsalter 30-31 Wochen
" 32/33 Wochen
" 35 Wochen
" 36 Wochen

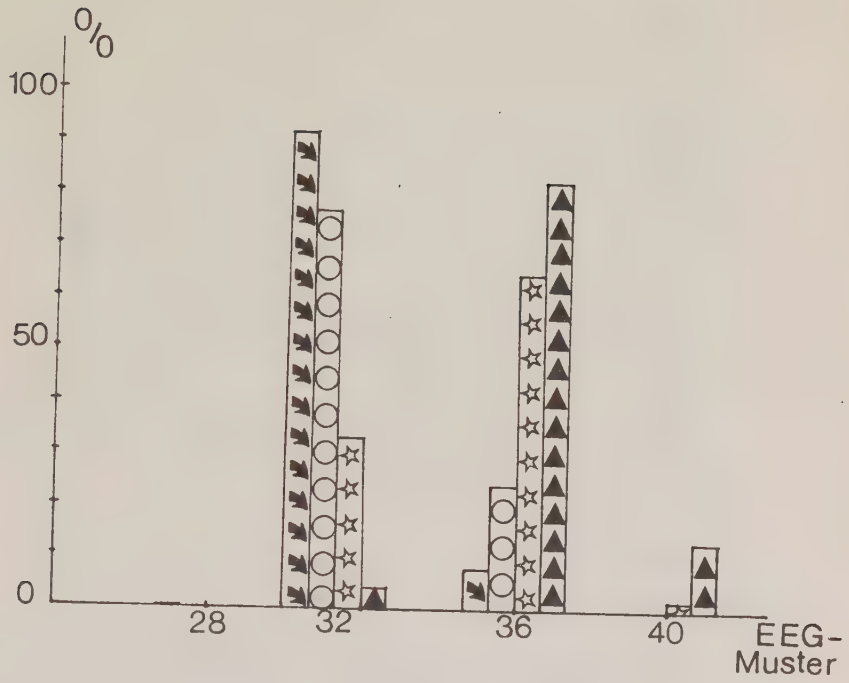



Abb. 16

EEG-Muster im State 1
Anteile der verschiedenen Reifegrade in Prozent

Konzeptionsalter 30/31 Wochen
" 32/33 Wochen
" 35 Wochen
" 36 Wochen

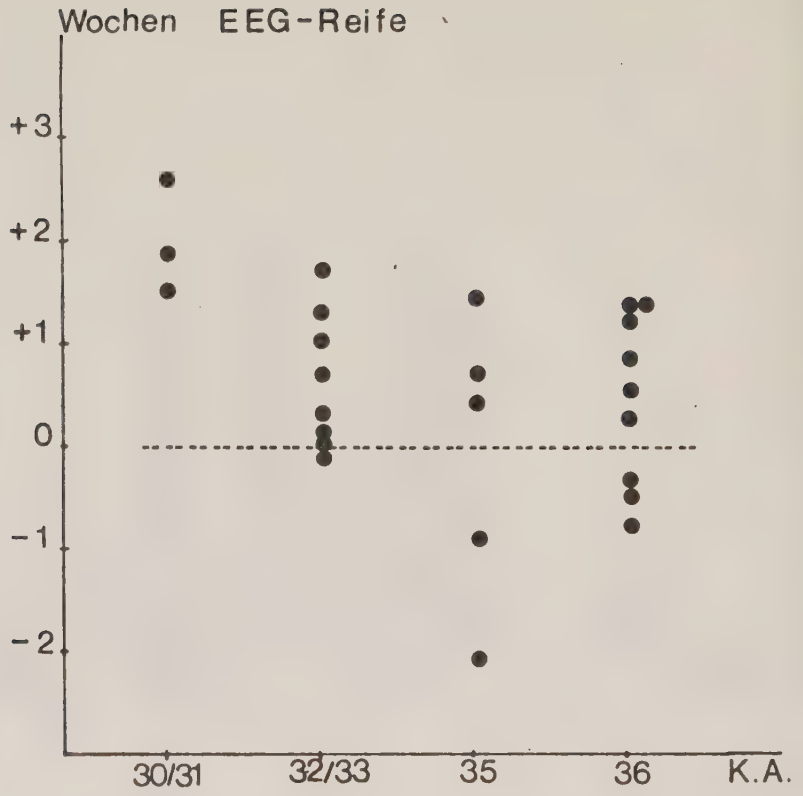



Abb. 17

Relation von EEG-Reife und Konzeptionsalter (K.A.).

# 4. DISKUSSION

## 4.1. METHODE

Auf Mehrfachuntersuchungen einzelner Kinder, Parmelee et al. (1967), Dreyfus-Brisac (1970), Prechtl et al. (1975), Radvanji und Morel-Kahn (1976), Nolte und Haas (1976, wurde bewußt verzichtet, um bei der großen individuellen Streubreite statistische Fehler zu vermeiden.

Die Einzeluntersuchungen wurden an einem im Vergleich zu anderen Untersuchungsserien grossen Kollektiv von 26 Kindern durchgeführt, Dreyfus-Brisac (1970 : 9 Kinder; Prechtl et al. (1975) : 12 Kinder; Radvanji und Morel-Kahn (1976): 6 Kinder; Havlicec (1975): 6 Kinder.

Es wurden nur Kinder mit geringen Risikofaktoren ausgewählt (Tab.1).

In dieser Untersuchungsserie wurde zusätzlich zur polygraphischen Aufzeichnung das Verhalten der Kinder von zwei Untersuchern beobachtet. Dies schien im Vergleich zu früheren Untersuchungen die bessere Methode zur Erhaltung abgesicherter Ergebnisse zu sein. Prechtl et al. (1975) beobachteten das Verhalten von Frühgeborenen, ohne Elektroden anzulegen. Dreyfus-Brisac (1970)führte polygraphische Untersuchungen durch, ohne zu beobachten.

Die Umweltbedingungen wurden selten exakt definiert. Parmelee et al. (1967, 1972) und Parmelee und Stern (1972) machten hierzu keine Angaben. Dreyfus-Brisac (1970) wies zwar auf die mögliche Beeinflussung des Verhaltens durch die Umgebung hin, untersuchte jedoch sowohl im Bett, als auch im Inkubator. Prechtl et al. (1975) beobachteten die Kinder unter einheitlichen Umgebungsbedingungen. Bei dieser Untersuchung lagen alle Kinder zum Zeitpunkt der Ableitung im Inkubator, da dies der beste Schutz gegen störende Umwelteinflüsse schien.

Die Untersuchungsdauer wurde meist nicht genau angegeben und selten in einer Untersuchungsserie konstant gehalten. Parmelee et al (1968) betonten die Bedeutung einer ausreichend langen Ableitung, in der mindestens ein Schlafzyklus enthalten sein sollte. Dreyfus-Brisac (1968, 1970) variiert die Untersuchungsdauer von Kind zu Kind. Anders et al. (1971), nach deren Vorschlägen in dieser Studie vorgegangen wurde, empfahlen bei reifen Neugeborenen eine Ableitungsdauer von drei Stunden, einem Fütterungsintervall entsprechend.

Die Verhaltenszustände, die sich aus der Zuordnung einzelner Verhaltensparameter (Atmung, Herzfrequenz, Augenbewegungen, Motilität und Elektroenzephalogramm) zueinander ergeben, wurden von vielen Autoren fortlaufend in 15 - bis 30 - sec-Schritten bestimmt, ohne daß die jeweils vorausgegangenen oder folgenden Epochen berücksichtigt wurden. Es wurden lediglich alle Epochen gleicher Verhaltenszustände addiert - Zusammenhänge wurden nicht berücksichtigt. Ziel dieser Arbeit war es, auch bei Frühgeborenen Schlafzyklen nachzuweisen. Es wurde daher bewußt in Anlehnung an das Vorgehen bei reifen Neugeborenen versucht, zusammenhängende Schlafphasen zu erfassen. Ein State lag dann vor, wenn derselbe Verhaltenszustand in mindestens sechs aufeinanderfolgenden 30-sec-Epochen auftrat, wobei innerhalb längerdauernder States kurze Unterbrechungen von weniger als drei 30-sec-Epochen nicht als neue States gewertet wurden.

## 4.2. ERGEBNISSE

### 4.2.1. VERHALTENSZUSTÄNDE

Nach Parmelee und Stern (1972), eignen sich zur Bestimmung der States von Frühgeborenen Körperbewegungen und Augenbewegungen schon ab der

28. Woche, während EEG und Atemrhythmus sich erst ab der 32. Woche bis 36. Woche als brauchbar erweisen sollen. Auf Grund der Ergebnisse dieser Arbeit läßt sich sagen, daß unreife Neugeborene selbst im Konzeptionsalter von 30/31 Wochen schon definierte, wenn auch instabile Schlafzyklen aufweisen. Im Gegensatz hierzu fand Dreyfus-Brisac (1970), daß typischer aktiver Schlaf erst ab der 35. Woche und typischer ruhiger Schlaf erst ab der 37. Woche erkennbar sind. Parmelee et al (1967) sprachen bei Frühgeborenen vor der 35. Woche von einem "ill defined active sleep"; Monod und Pajot (1963) hielten die Unterscheidung zwischen aktivem und ruhigem Schlaf vor dem 8. Schwangerschaftsmonat für nicht möglich. Lediglich Prechtl et al. (1975) registrierten regelmäßige Atmung als Äquivalent des ruhigen Schlafes schon ab der 35. Woche, definierten diese Phasen ruhiger Atmung aber nicht als State 1.

Die in dieser Studie für das Konzeptionsalter von 36 Wochen ermittelten Stateanteile (59,4% State 2 und 19,6% State 1) stimmen gut mit den von Parmelee et al. (1967) angegebenen Werten für das Konzeptionsalter von 37 Wochen überein, (60% aktiver Schlaf, 20% ruhiger Schlaf). Bei reifen Neugeborenen fanden sie 49% für den

State 2 und 34% für den State 1. Theorell et al. (1973) ermittelten bei reifen Neugeborenen für den State 1 34,3% und für den State 2 52,8%. Die in unseren Untersuchungen beobachtete Zuname von State 1 mit steigendem Konzeptionsalter war statistisch nicht signifikant, eine Abnahme von State 2 trat nicht auf. Somit konnten die Ergebnisse von Parmelee et al. (1967) nicht bestätigt werden, nach denen der Anteil des State 1 von 30 bis 38 Wochen Konzeptionsalter zunimmt, der Anteil von State 2 abnimmt.

Der entscheidende Faktor für die Diskrepanz der Ergebnisse ist darin zu sehen, daß Parmelee et al. (1967) ein bestimmtes Kollektiv an Kindern im Laufe ihrer Reifung mehrfach untersuchten. Es ist zu vermuten, daß jedes unreife Neugeborene im Laufe der Reifung seinen individuellen Anteil am State 1 vergrößert, so daß bei Mehrfachuntersuchungen eines Kindes eine individuelle Fehlerquelle auftritt.

Der Indeterminate Sleep zeigte in dieser Studie bei steigendem Konzeptionsalter eine Tendenz zur Abnahme (24,8% im Konzeptionsalter 30/31; 11,7% im K.A. 36). Bei Parmelee et al (1967) hingegen stieg der Anteil des Obergangsschlafes von 0% im K.A. 29. Woche auf 20% im K.A. 38 Wochen an.

Es muß hervorgehoben werden, daß im Stateverhalten starke intra- und interindividuelle Unterschiede bestehen, die beim Vergleich der Altersgruppen unberücksichtigt blieben.

Langzeitableitungen über 24 Stunden wurden bisher bei Frühgeborenen nicht durchgeführt. Die in dieser Untersuchung gewonnenen Ergebnisse beweisen, daß dreistündige Ableitungen für das Schlafverhalten von Frühgeborenen zumindest im Konzeptionsalter von 36 Wochen über 24 Stunden repräsentativ sind.

Bei der Untersuchung des Schlaf-Wachrhythmus von Frühgeborenen des Konzeptionsalters 36. Woche in Abhängigkeit von den Fütterungszeiten stellte sich heraus, daß die Wachphasen bei den Kindern, deren Fütterungsrhythmus seit der Geburt unverändert geblieben war, entweder unmittelbar vor den Fütterungszeiten lagen oder mit diesen zusammenfielen (Abb.3). Ein Kind (S 140) wurde am 12. Lebenstag, 4 Tage vor der polygraphischen Untersuchung, von acht auf sechs Mahlzeiten umgestellt. Am Tag der Ableitung hatte das Kind diese Umstellung noch nicht nachvollzogen; seine Wachphasen fielen noch immer mit den alten Fütterungszeiten zusammen, zusätzlich traten Wachzustände während der neuen Fütterungszeiten auf. Die beobachteten Zusammenhänge zwischen Fütterungszeiten und Wachphasen unterstützen die Annahme, daß durch das

Ernährungssystem das Verhalten der Früh- und Neugeborenen wesentlich beeinflußt wird, wie schon Dreyfus-Brisac (1970), Prechtl (1970) und Anders et al. (1971) beschrieben haben.

4.2.2. AUGENBEWEGUNGEN

Schnelle Augenbewegungen wurden von Parmelee et al. (1967) lediglich beobachtet, da die elektrische Registrierung ungenügend erschien. Prechtl und Lenard (1967) verwendeten vier Elektroden, um bei reifen Neugeborenen horizontale und vertikale Augenbewegungen unterscheiden zu können. Da sie zu dem Schluß kamen, daß horizontale und vertikale Augenbewegungen in gleicher Anzahl und gleichem Verteilungsmuster auftreten, wurde in dieser Untersuchungsreihe auf eine solche Differenzierung verzichtet. Es wurde das 1972 von Dittrichova angegebene Verfahren zur Registrierung angewandt, zusätzlich wurden die Augenbewegungen von den Untersuchern beobachtet und aufgezeichnet. Im Unterschied zu anderen Autoren, die die Augenbewegungen lediglich zur Klassifizierung der Schlafstadien heranzogen, wurde in dieser Arbeit erstmals die Frequenz der schnellen Augenbewegungen von Frühgeborenen sowohl im State 2 wie auch im State 1 ermittelt. Einschränkend muß hinzugefügt werden, daß die visuelle Analyse keine exakten quantitativen Ergebnisse der Augenbewegungen erbrachte, da besonders im State 2 die REM's zeitweise in so rascher Folge auftraten, daß sie nicht gezählt werden konnten. In solchen Fällen wurde zur Ermittlung der Frequenz der Augen-

bewegungen lediglich die elektrische Registrierung herangezogen. Die Beobachtung war jedoch zusätzlich erforderlich, um Artefakte der elektrischen Registrierung auszuschließen. Die scharfe Trennung der Häufigkeit von REM's in State 1 und State 2 unterstreicht die Bedeutung der REM zur Statebeurteilung in der vorliegenden Studie. Vergleicht man die Werte der Frühgeborenen im Konzeptionsalter von 36 Wochen im State 2 (F=8,3/min) mit den von Dittrichova (1972) angegebenen Werten für reife Neugeborene (F=6,5/min), so liegt die durchschnittliche Frequenz der Frühgeborenen über der der Neugeborenen. Dies steht im Gegensatz zu der Aussage von Dreyfus-Brisac (1970), nach der Frühgeborene eine geringere Zahl von REM's aufweisen als Neugeborene. Ein direkter Vergleich ist nicht möglich,da die Aussage von Dreyfus-Brisac nicht mit Zahlen belegt ist. Eine elektrische Registrierung und gleichzeitige Beobachtung der Augenbewegungen erscheint notwendig, da weder die eine noch die andere Methode allein gesicherte Ergebnisse zu liefern vermag.

4.2.3. MOTILITÄT

Obwohl die Motilität von fast allen Autoren, die polygraphische Untersuchungen an Frühgeborenen durchführten, als Kriterium für die Bestimmung der Verhaltenszustände gewertet wurde, liegen bis heute noch keine quantitativen Angaben über die Bewegungsmuster vor. Parmelee et al (1967) differenzierten die Bewegungen nur hinsichtlich ihrer Lokalisation, nicht jedoch nach quantitativen und qualita-

tiven Gesichtspunkten. Dreyfus-Brisac (1968,1970) beschrieb(erstmals) Bewegungen, die nach Lokalisation und Ablauf unterschieden wurden; sie korrelierte diese jedoch nur zu anderen Variablen. Prechtl et al. (1975) definierten unterschiedliche Bewegungsformen, die in dieser Arbeit übernommen wurden. Die von ihnen veröffentlichten Ergebnisse (Abnahme von Twitches, Startles, Stretches und Gross Body Movements)lassen sich mit den Ergebnissen dieser Untersuchung nicht vergleichen, da hier im Gegensatz zur Untersuchung von Prechtl et al. die States getrennt ausgewertet wurden. In dieser Arbeit zeigte sich eine deutliche Differenz der großen Körperbewegungen zwischen State 1 und State 2; die raschen Bewegungen dagegen traten in beiden Schlafphasen etwa gleich häufig auf. Entgegen der Definition des State 1 (keine großen Körperbewegungen), traten bei den Kindern des Konzeptionsalters 30./31./ bis 35. Woche Stretches und Gross Body Movements häufig auf. Diese Häufigkeit erklärt sich aus der Methodik, zusammenhängende Verhaltenszustände auszuwerten, unter Vernachlässigung kurzer (bis zu 3x30 Sekunden-Epochen) Perioden, während derer die Parameter nicht mit dem fortbestehenden State korrelierten.

4.2.4. ATMUNG

Ober die Atemfrequenz von Frühgeborenen der 30.-36. Woche lagen bisher keine exakten Zahlenangaben vor. Von Dreyfus-Brisac (1970) bestanden lediglich Angaben über die Frequenz der Regelmäßigen Atmung. Diese betrug bei Kindern vor der 38. Woche weniger als 40/min.; bei Kindern der 24.-27. Woche lag sie bei ca. 20/min. Für Neugeborene liegen Werte vor, die im State 1 zwischen 37/min. und 45/min, sowie im State 2 zwischen 45/min. und 51/min. schwanken (Theorell et al. 1974, Hoppenbrouwers et al 1977). Vergleicht man die in unserer Arbeit für Frühgeborene der Altersgruppe von 36 Wochen berechneten Frequenzen (State 1:47,2/min., State 2:61/min) mit den für Neugeborene angegebenen Werten, so ergibt sich, daß bei Frühgeborenen die Atemfrequenz in beiden States wesentlich höher liegt als bei Neugeborenen.

Die Differenz zwischen den Mittelwerten von State 1 und State 2 ist bei der Gruppe des Konzeptionsalters 36. Woche größer als bei den Untersuchungsserien über Neugeborene von Theorell et al. (1974).

Regelmäßige Atmung gilt als Phänomen der Reife des ZNS im Gegensatz zur Unregelmäßigen und Periodischen Atmung. Nach Parmelee et al. (1972) lag Regelmäßige Atmung dann vor, wenn "ungefähr gleiche Atemintervalle" aufgezeichnet waren. Die in der vorliegenden Arbeit verwendete Definition der Regelmäßigen Atmung anhand des Atemquotienten, Schulte (1968), mit anschließender visueller Gegenkontrolle, ist demgegenüber präziser. Die visuelle Analyse stimmt mit den rechnerisch ermittelten Werten des Atemquotienten gut überein. Dreyfus-Brisac (1970) bezeichnete die Atmung dann als regelmäßig, wenn die Variabilität der Atemfrequenz unter 20/min lag. Parmelee und Stern (1972) fanden bei 28-30 Wochen alten Kindern praktisch keine Regelmäßige Atmung. Parmelee et al. (1972) fanden bei Kindern der 30. und der 36. Woche in 10% der gesamten Ableitungszeiten Regelmäßige Atmung. Prechtl et al. (1975) beobachteten bereits bei einem Frühgeborenen des Konzeptionsalters 28. Woche längere Strecken regelmäßiger Atmung. Bei ihnen wurden sie allerdings von Phasen unregelmäßiger Atmung unterbrochen, hervorgerufen von großen Körperbewegungen.

Es zeigt sich eine gute Übereinstimmung mit unseren Ergebnissen, wonach Frühgeborene des Konzeptionsalters 30./31. Woche in 71,5% der ruhigen Schlafphasen Regelmäßige Atmung aufweisen, entsprechend 7,41% der gesamten Ableitungszeiten der Kinder des Konzeptionsalters 30./31. Woche.

Dreyfus-Brisac (1970) beobachtete eine Zunahme der Regelmäßigen Atmung erst nach dem errechneten Termin; Parmelee et al.(1972) nach der 36. Schwangerschaftswoche, während bei den Frühgeborenen dieser Studie eine Zunahme der Regelmäßigen Atmung mit steigendem Konzeptionsalter zu erkennen war. Bei den Kindern des Konzeptionsalters 36. Woche war die Atmung in 93% des Ruhigen Schlafes regelmäßig, entsprechend 19% der gesamten Ableitungszeit der Kinder des Konzeptionsalters von 36 Wochen.

Diese Ergebnisse lassen den Schluß zu, daß schon bei Frühgeborenen der 30./31. Woche integrative Fähigkeiten des ZNS vorliegen.

Periodische Atmung und Apnoen sind bei Frühgeborenen physiologische Ereignisse, Deuel (1973), Miller et al. (1959), Parmelee et al. (1972). Periodische Atmung wird definiert als ein Wechsel von Apnoen mit Phasen von Atemtätigkeit. Dreyfus-Brisac (1970), Parmelee et al. (1972) fordern diesen Wechsel innerhalb eines 20-sec-Intervalles. Curzi-Dascalova et al. (1976) registrierten bis zum errechneten Termin konstante Anteile der Regelmäßigen, der Unregelmäßigen, sowie der Periodischen Atmung. In dieser Arbeit konnten bei jedem Kind Epochen Periodischer Atmung registriert werden, die vor allem im State 2 auftraten. Im State 2 blieb mit zunehmendem Alter die Zahl der Epochen mit Periodischer Atmung unverändert (32./33. Woche: 28,4; 36. Woche 29,3); im State 1 dagegen war eine starke Abnahme zu verzeichnen (32./33. Woche: 6,8; 36. Woche: 1,8). Einige Kinder des Konzeptionsalters 36. Woche wiesen im State 1 keine Periodische Atmung mehr auf. Die Streubreite war vor allem im State 2 bei den älteren Kindern sehr groß. Fenner et al. (1973) beobachteten nur bei 86% der Frühgeborenen vor der 37. Woche Periodische Atmung. Deuel (1973) registrierte diesen Atemtyp vor allem im Ruhigen Schlaf, Parmelee et al. (1972) eher während Phasen von

Augenbewegungen. Sie fanden eine geringfügige Verminderung des Anteils der Periodischen Atmung im Laufe der Entwicklung von der 30. bis zur 36. Woche (21-19%). Erst nach dem errechneten Termin zeigte sich eine stärkere Abnahme des periodischen Atemtyps.

Während frühere Autoren die Periodische Atmung als mit der Cheyne-Stoke'schen identisch ansahen, Eckstein und Rominger (1920), Salmi und Vouri (1930), ist es heute erwiesen, daß diese beiden Atemtypen zwei völlig verschiedene Phänomene darstellen. Cheyne-Stoke'sche Atmung ist entweder Ausdruck einer ungenügenden Hirndurchblutung wegen lokaler Gefäßprozesse, oder einer schweren Herzinsuffizienz mit ungenügender Förderleistung, während die Periodische Atmung der Frühgeborenen, bzw. das Auftreten von Apnoen, vor allem auf die neuronale Unreife des frühkindlichen Gehirns zurückgeführt werden können.

In dieser Arbeit wurde eine Apnoe als ein Atemintervall von mindestens 3 Sekunden definiert. Bei anderen Autoren ist die Mindestdauer einer Apnoe unterschiedlich definiert:

2 Sekunden: Curzi-Dascalova (1976), Steinschneider (1972), Deuel (1973).
10 Sekunden: Gabriel et al. (1976), Schulte et al. (1977), Krauss et al. (1977).
20 - 30 Sekunden: Schulte et al. (1977).
30 Sekunden: Daily et al. (1969)
60 Sekunden: Miller et al. (1959).
Apnoen werden bei Frühgeborenen häufiger im REM-Schlaf angetroffen als im NON-REM-Schlaf, Steinschneider (1972), Schulte et al. (1977), Schulte (1977), Gabriel et al. (1976). Im Gegensatz dazu fanden Krauss et al. (1977) bei Kindern der 30. - 33. Woche Apnoen im Ruhigen Schlaf signifikant häufiger als im Unruhigen Schlaf.
Schulte et al. (1977) fanden bei 25% der Frühgeborenen unter 2000 g Geburtsgewicht Apnoen von mehr als 30 sec. Dauer. Miller et al. (1959), die sog. "prolonged apneas" (60 sec.) untersuchten, fanden bei Frühgeborenen mit einem Geburtsgewicht über 1750 g in 0,3% diese Apnoen; bei Kindern mit einem geringeren Geburtsgewicht dagegen in 30% der Fälle. In unserer Untersuchungsserie dauerte die längste Apnoe 25 Sekunden. Vier Kinder wiesen keine Apnoe über 10 Sekunden auf (2 der Gruppe 36.Woche, 2 der Gruppe 34/35. Woche). Sechs weitere Kinder wiesen jeweils eine während der gesamten Ableitungszeit auf. Die Differenzen unserer

Befunde zu den o.g. Arbeiten lassen sich eventuell damit erklären, daß im Hinblick auf Risikofaktoren eine besonders strenge Auswahl der Kinder getroffen wurde.

Das gleichzeitige Auftreten von langen ( 10 sec. Dauer) mit Körperbewegungen ist bei Frühgeborenen bisher nicht eingehend untersucht worden. Wir konnten feststellen, daß bei Frühgeborenen der 30.-33. Woche nur 25% dieser Apnoen ohne Körperbewegungen auftraten. Bei Kindern des Konzeptionsalters 34.-37. Woche sank dieser Anteil auf etwa 19%. Prechtl et al. (1975) fanden bei Neugeborenen im State 2 signifikante phasische Aktivität im Kinn-EMG. Dieser Befund widerspricht der Theorie von der Inhibition von Motoneuronen als charakteristische Ursache für Apnoen im State 2.

In unserer Arbeit wiesen Apnoen, die nach Startles auftraten, eine auffallend konstante Länge von 6 Sekunden auf. Im Zusammenhang mit Periodischer Atmung dauerten die Apnoen 5 - 8 Sekunden.

4.2.5 HERZFREQUENZ

Die Herzfrequenz erscheint auf Grund der durchgeführten Untersuchungen ein wenig geeignetes Kriterium zur Definition von States. Die Werte, die für die Herzfrequenz berechnet wurden, bestätigten die Ergebnisse der Literatur: keine signifikanten Unterschiede zwischen Ruhigem und Unruhigem Schlaf, keine, bzw. nur geringfügige Änderungen der Herzfrequenz mit steigendem Alter.

Dreyfus-Brisac (1970) betonte in ihrer Arbeit über Frühgeborene die großen individuellen Unterschiede. Sie ermittelte altersabhängige, signifikante Änderungen nur bei der regelmäßigen Herzfrequenz, die mit steigendem Alter schneller wurde (30/32 Wochen: 100 - 120 Schläge; 38/41 Wochen: 142 Schläge/min). Radvanyi und Morel-Kahn (1976) ermittelten Herzfrequenzwerte, die bei einem Frühgeborenen von 28 Wochen zwischen 140 und 180 Schlägen/min variierten und bei Kindern von 30-36 Wochen zwischen 116 und 164/min. Bei Neugeborenen fanden sie im Aktiven Schlaf Werte von 130-140/min und im Ruhigen Schlaf von 120-130/min. Watanabe et al. (1973) registrierten bei ihrer Untersuchungsreihe über Frühgeborene und small-for-dates im Quiet Sleep Frequenzen von 125-145/min und im Active Sleep von 130-160/min.

Ashton und Connally (1971) errechneten bei Neugeborenen im Ruhigen Schlaf eine mittlere Frequenz von 116,3/min - 128/min sowie im Unruhigen Schlaf eine von 129,8/min - 132,7/min. Theorell et al. (1974) berechneten bei Neugeborenen mit geringem Risiko für den State 1 einen Mittelwert von 112/min, für den State 2 einen von 122/min.
Aus den zitierten Arbeiten wie auch aus der vorliegenden Untersuchung geht hervor, daß die durchschnittliche Herzfrequenz im State 1 niedriger ist als im State 2. Anhand der errechneten Werte konnten wir zeigen, daß diese Differenz mit steigendem Konzeptionsalter größer wird und bei den Kindern der 36. Woche am stärksten ausgeprägt ist. Im Gegensatz dazu stellten Prechtl et al. (1969) bei Neugeborenen keine Unterschiede zwischen den mittleren Herzfrequenzen von State 1 und State 2 fest (State 1: 95-125/min.; State 2: 96-130/min.
Betrachtet man die Parameter, die zur Definition der States herangezogen wurden (schnelle Augenbewegungen, große Körperbewegungen, Regelmäßigkeit der Atmung und Regelmäßigkeit der Herzfrequenz), hinsichtlich ihrer statistischen Unterschiede in State 1 und State 2, so erscheinen nur die ersten drei Parameter als Kriterium zur Statedefinition geeignet. Die Variabilität der Herzfrequenz eignet sich auf Grund der starken individuellen Unterschiede nicht zur Beurteilung der States.

4.2.6. ELEKTROENZEPHALOGRAMM

Allgemein wird angenommen, daß die zunehmende Komplexität und Differenzierung der EEG-Muster im Laufe der Entwicklung von dendritischen Verzweigungen und von der Bildung axodendritischer Synapsen im Cortex abhängen.

Die kontinuierlichen Veränderungen im Elektroenzephalogramm wurden benutzt, um altersspezifische und verhaltensbezogene EEG-Typen zu klassifizieren. Die visuelle Analyse vorgegebener EEG-Muster scheint befriedigende Ergebnisse liefern zu können; ihre Auswertbarkeit scheint ergiebiger als die Computeranalyse von Frühgeborenen EEGs zu sein. Voraussetzung für die visuelle Analyse sind einheitliche Aufzeichnungsmethoden - das Erscheinungsbild eines mit Düsenschreibern (Siemens-Elema) abgeleiteten EEG's läßt sich nur bedingt mit einem konventionellen Federschreiber EEG (Schwarzer) vergleichen.

Ein Faktor, der die visuelle Analyse von Frühgeborenen EEGs erschweren kann, ist die individuell sehr unterschiedliche bioelektrische Aktivität. Einige Kinder zeigten in allen EEG-Mustern eine außerordentlich flache Aktivität,

während andere Kinder gleichen Konzeptionsalters in allen Schlafstadien bzw. EEG-Mustern hohe Aktivität aufwiesen.

Auf die Beziehung zwischen EEG-Reife und Konzeptionsalter wurde erstmals von Dreyfus-Brisac (1956) hingewiesen; sie wurde später von Nolte et al. (1963), Parmelee et al. (1969) und Nolte und Haas (1978) bestätigt. Auch in dieser Untersuchungsserie bestand eine gute Übereinstimmung zwischen "EEG-Reife" und Konzeptionsalter. Also läßt sich die "EEG-Reife" zur Bestimmung des Alters von Frühgeborenen, deren Gestationsalter unbekannt ist, heranziehen. Die Genauigkeit dieser Schätzung entspricht etwa den herkömmlichen Methoden der klinischen Reifebestimmung.

In dieser Untersuchungsreihe konnte besonders bei den jüngeren Frühgeborenen mehrfach beobachtet werden, daß die "EEG-Reife" im State 1 zunächst noch dem Konzeptionsalter entsprach, mit zunehmender Dauer des State 1 jedoch unreifer wurde und erst gegen Ende des State 1 wieder dem Konzeptionsalter entsprechende Werte erreichte. Dies erklärt die im State 1 um 0,6 Wochen niedrigere EEG-Reife als im State 2 bei Kindern der Altersgruppe 32/33 Wochen.

Dieses Ergebnis steht im Gegensatz zu der Aussage von Nolte und Haas (1978), deren Ergebnisse keinen Einfluß der Verhaltenszustände auf die EEG-Reife erkennen ließen.

Die Differenz "EEG-Reife" - Konzeptionsalter beträgt in dieser Studie maximal -2,1 bis + 2,6 Wochen; bei Nolte und Haas (1978) maximal -2,5 bis +3,5 Wochen; bei Parmelee et al. (1967) -4,0 bis +2,o Wochen. Um drei oder vier Wochen unterschätzt wurden bei Parmelee et al. (1967) lediglich Kinder aus der Altersgruppe 34 - 36 Wochen. Der Grund hierfür scheint zu sein, daß bei Parmelee et al. alle diskontinuierlichen Muster, die unreifer als 367 waren, als Muster 287 definiert werden mußten, da noch kein Muster 327 definiert war.

Ebenso wie in der Untersuchung von Parmelee et al. (1967) wurden in dieser Arbeit die Kinder der Altersgruppe 30/31 Wochen in ihrer "EEG-Reife" um durchschnittlich zwei Wochen überschätzt, da hier für State 2 im Reifegrad von 28 Wochen nur das diskontinuierliche Muster 287 zur Verfügung steht, sodaß alle kontinuierlichen Muster als 322 oder 323 bezeichnet werden müssen, und damit ein zu hohes Konzeptionsalter berechnet wird. Es wäre zu wünschen, daß neben dem Muster 287 noch ein Muster 283 definiert wird. Eine weitere Lücke fiel bei der Codierung der Altersgruppe von 36 Wochen auf.

Im State 1 und im Interdeterminate Sleep fanden sich Muster, die zwischen 363 und 367 lagen; vergleichbar dem Muster 405 zwischen 403 und 407. Ein Muster 365 sollte in Zukunft definiert werden.
Die Verteilung der EEG-Grundtypen in dieser Untersuchung läßt sich nur mit der Arbeit von Parmelee et al. (1967) vergleichen, da bei allen anderen Untersuchungen die Verhaltenszustände nicht so exakt mitberücksichtigt wurden. Sehr gute Übereinstimmung mit den Ergebnissen von Parmelee et al. zeigt der Grundtypus ..7 im State 1 in allen Altersgruppen: 30 Wochen: 54% bzw. 57% Typ .. 7. Im State 2 jedoch konnten wir im Konzeptionsalter von 30 Wochen nur 0,3% Typ ..7 (Parmelee et al. 19%) und im Konzeptionsalter von 32 Wochen 1% Typ ..7 (Parmelee et al. 13%) beobachten.
Bei der Einteilung der Verhaltenszustände wurde das EEG-Muster nicht berücksichtigt. Es ist erstaunlich, wie gut die unterschiedlichen EEG-Muster zu den Verhaltenszuständen korreliert sind. Das sogenannte tracé alternant Muster (..7) fand sich, wie bereits erwähnt, nur in höchstens 1% der gesamten State 2 Dauer. Dagegen trat ein kontinuierliches und amplitudenniedriges Muster (322, 362, 402) nur in etwa 1% (bei 30/31 Wochen alten Kindern in 4,1% der State 1 Dauer auf.

Neben den raschen Augenbewegungen und der Regelmäßigkeit der Atmung ist die Differenzierung des EEG-Musters offensichtlich gut geeignet, auch bei Frühgeborenen zwischen State 1 und State 2 zu unterscheiden.Schwierig ist die Entscheidung nur bei dem Muster 323, das bei Kindern im Konzeptionsalter von 30 - 34 Wochen in beiden States ungefähr gleich häufig vorkommt.

# 5. ZUSAMMENFASSUNG

## 5.1. METHODE

Bei 26 Frühgeborenen im Konzeptionsalter von 30 - 36 Wochen wurden unter standardisierten Bedingungen polygraphische Ableitungen durchgeführt. Gleichzeitig wurden die Kinder von zwei Untersuchern (Frau Held-Hildebrandt, Herr Lübbesmeyer) beobachtet. Bei fünf Kindern wurden Langzeitableitungen über 24 Stunden durchgeführt.

## 5.2. ERGEBNISSE

### 5.2.1. STATES

Grundlage zur Bestimmung der Verhaltenszustände war das Statekonzept von Prechtl et al. (1968). Ein State wurde dann als solcher definiert, wenn der gleiche Verhaltenszustand mindestens über sechs 30-Sekunden-Epochen andauerte. Um zusammenhängende Schlafphasen erfassen zu können wurden innerhalb längerdauernder States kurze Unterbrechungen (unter drei 30-Sekunden-Epochen) nicht als neue States gewertet.

Sowohl die Dauer als auch der prozentuale Anteil von State 1 nahmen mit steigendem Konzeptionsalter zu (mittlere Statedauer: 10,2 min. im Konzeptionsalter von 32/33 Wochen, 13,9 min. im Konzeptionsalter von 36 Wochen $(p < 0{,}1)$; prozentualer Anteil 12-17% im Alter von 30-33 Wochen, 20-26% im Alter von 35-36 Wochen. Die Langzeitableitungen

über 24 Stunden zeigen, daß die prozentualen Stateanteile bei allen Kindern auffallend gleich sind, während die Dauer der einzelnen States erheblichen intraindividuellen Schwankungen unterliegt. Der Vergleich der Langzeitableitungen mit den 3-Stunden-Ableitungen bestätigt die Annahme, daß die Untersuchungen über drei Stunden für den Tagesrhythmus der Frühgeborenen repräsentativ sind.

Die State-Profile zeigen, daß alle untersuchten Kinder Schlafzyclen aufweisen, wenngleich sie bei den Frühgeborenen im Konzeptionsalter von 30/31 Wochen instabiler sind als bei den älteren Kindern. Die State-Profile demonstrieren die großen intra- und interindividuellen Unterschiede im Stateverhalten. Dies rechtfertigt den Verzicht auf Mehrfachuntersuchungen einiger weniger Kinder, wie dies andere Autoren getan haben (Parmelee et al. 1967, Dreyfus-Brisac 1970, Prechtl et al. 1975, Radvanji und Morel-Kahn 1976, Nolte und Haas 1976).

Der Fütterungsrhythmus beeinflußt das Verhalten von Frühgeborenen wesentlich. Die Wachphasen liegen meist unmittelbar vor den Mahlzeiten oder fallen mit diesen zusammen; eine Umstellung von acht auf sechs Mahlzeiten am Tag war im Verhalten bei einem Frühgeborenen im Konzeptionsalter von 36 Wochen nach vier Tagen noch nicht nachvollzogen.

5.2.2. AUGENBEWEGUNGEN

Rasche Augenbewegungen (REM) treten im State 2 mit zunehmendem Konzeptionsalter signifikant häufiger auf (5,3 REM/min. im K.A. 32/33, 8,3 REM/min. im K.A. 36 Wochen). Bedingt durch die Methodik finden sich vereinzelte rasche Augenbewegungen auch im State 1 (0,16 REM/min. im K.A. 32/33, 0,12 REM/min. im K.A. 36 Wochen). Die raschen Augenbewegungen sind neben den großen Körperbewegungen und der Regelmäßigkeit der Atmung ein entscheidendes Kriterium zur Differenzierung der States.

5.2.3. MOTILITÄT

Die Frequenz der großen Körperbewegungen (Gross Body Movements, Stretches) sinkt im State 1 mit zunehmendem Konzeptionsalter ab (0,1/min. im K.A. 32/33; 0,02/min. im K.A. 36). Dies ist als deutliches Kriterium der Stabilisierung des State 1 mit zunehmender Reife zu werten. Im State 2 treten diese Körperbewegungen entsprechend der ausgewählten Auswertungsmethode signifikant häufiger auf als im State 1.

alter nimmt die Frequenz im State 1 ab - während die Startles häufiger im State 1 als im State 2 auftreten (signifikante Differenz nur im Konzeptionsalter von 32/33 Wochen).

5.2.4. ATMUNG

5.2.4.1.ATEMFREQUENZ

Im State 2 ist die Atemfrequenz signifikant höher als im State 1; darüberhinaus wird die Differenz zwischen den beiden States mit zunehmendem Alter größer. Im State 1 ist die Abnahme der Atemfrequenz mit steigendem Konzeptionsalter signifikant.

5.2.4.2.APNOEN (3 Sekunden)

Apnoen 3 Sekunden treten im State 2 signifikant häufiger auf als im State 1. Mit zunehmendem Alter werden sie seltener.

5.2.4.3.APNOEN (10 Sekunden)

Apnoen dieser Länge treten nur vereinzelt auf, meist nach großen Körperbewegungen. Bei jüngeren Frühgeborenen (K.A. 30/31) treten 25% dieser Apnoen ohne vorausgegangene Körperbewegungen auf, bei den älteren Kindern (K.A. 36) 19%. Nach Startles beträgt die Länge der Apnoen überwiegend 6 Sekunden.

5.2.4.4. PERIODISCHE ATMUNG

Periodische Atmung wurde definiert als das Auftreten von mindestens zwei Apnoen (3 Sekunden) pro 30-Sekunden-Epoche. Analog zum Ergebnis der Apnoen tritt die Periodische Atmung im State 2 häufiger auf als im State 1 und nimmt mit zunehmendem Konzeptionsalter ab.

5.2.4.5. ATEMQUOTIENT

Um die Regelmäßigkeit der Atmung zu untersuchen, wurden die Atemquotienten aller Epochen ruhigen Schlafes definiert. Ein Quotient 0,5 bedeutet, daß die Atmung der jeweiligen Epoche regelmäßig ist. Bei den jüngeren Kindern im Konzeptionsalter von 30/31 Wochen ist die Atmung im State 1 zu 71,5% regelmäßig, im Konzeptionsalter von 36 Wochen beträgt der Anteil der regelmäßigen Atmung 93%.

5.2.5. HERZFREQUENZ

Die Werte der Herzfrequenz zeigen keine signifikanten Änderungen, weder bezüglich der Altersgruppen noch der States. Die Herzfrequenz ist somit zur Stateeinteilung nicht brauchbar. Es ist jedoch der Trend erkennbar, daß die individuellen Werte von State 1 und State 2 mit zunehmendem Alter immer stärker differieren.

## 5.2.6. ELEKTROENZEPHALOGRAMAM

### 5.2.6.1. MUSTERVERTEILUNG

Der Grundtypus des EEG unterliegt im State 2 keinen altersabhängigen Veränderungen: in allen Altersgruppen treten fast ausschließlich kontinuierliche Muster vom Grundtypus ..2 oder...3 auf. Im State 1 ist das Verhältnis kontinuierliche/diskontinuierliche Muster bei den jüngeren Kindern nahezu 1/1; mit zunehmendem Konzeptionsalter nimmt der Anteil des für den State 1 typischen diskontinuierlichen Musters vom Grundtypus ..7 zu. Er beträgt im Konzeptionsalter von 36 Wochen bereits 87%.

### 5.2.6.2. EEG-REIFE

In jedem Konzeptionsalter tritt ein bestimmter Reifegrad im EEG-Muster am häufigsten auf. Daneben kommen jedoch auch Muster eines höheren oder niedrigeren Reifegrades vor. Die jüngeren Frühgeborenen (K.A. 30/31) weisen im State 1 einen größeren Anteil unreifer Muster auf als im State 2, das heißpt die EEG-Reife ist bei dieser Altersgruppe im State 1 geringer als im State 2. Die älteren Kinder weisen keine Differenz zwischen State 1 und State 2 auf.

Die jüngsten Kinder werden in ihrer EEG-Reife durchschnittlich um zwei Wochen überschätzt. Der Grund hierfür ist, daß ein kontinuierliches Muster dieses Reifegrades noch nicht definiert ist.

## 6. Literaturverzeichnis

Anders,Th., Emde,R., Parmelee,A.,(Eds.): Manual of standardized terminology, techniques and criteria for scoring of states of sleep and wakefulness in newborn infants. Los Angeles: UCLA Brain Information Service, BRI Publications Office, NINDS Neurological Information Network; 1971.

Aserinsky,E., Kleitman,N.: A motility cycle in sleeping infants as manifested by ocular and gross bodily activity. J.appl.Physiol. 8: 11-18; 1955.

Ashton,R., Connally,K.,: The relation of respiration rate and heart rate to sleep states in the human newborn. Develop.Med.Child.Neurology 13: 180-187; 1971.

Bernuth,H.v.,: Die Erkennung von Cerebralschäden in der Neugeborenenzeit. Der Gynäkologe, Band 4: 145-149; 1971.

Bernuth,H.v., v.Harnack,G.A.,: Reifebestimmung beim Neugeborenen. Der Gynäkologe, Band 4: 121-129; 1971.

Bernuth,H.v., Janssen,G.,: Behavioural changes in fototherapy. A polygraphic study; Neuropädiatrie 5: 369-375; 1974.

Curzi-Dascalova,L., Radvanji,M.F., Couchard,M., Monod,N., Dreyfus-Brisac,C.,: Some data on respiration in human ontogenesis. Les Colloques de l'Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale: Duron,B.,(Ed.): INSERM, Vol.59; 1976.

Daily,W.J.R., Klaus,M., Meyer,H.B.P., Apnea In Premature Infants: Monitoring, Incidence, Heart Rate Changes And An Effect of Environmental Temperature. Pediatrics, Vol.43, No.4, Part I, April 1969.

Dement,W.C., Kleitman,N.: Cyclic variations in EEG during sleep and their relation to eye movements, bodily motility and dreaming. EEG Clin. Neurophysiol. 9: 673-690; 1957.

Deuel,R.K.: Polygraphic Monitoring of Apneic Spells. Archives of Neurology, Vol.28; 1973.

Dittrichová,J., Paul,K., Pavlíková,E.: Rapid Eye Movements in Paradoxical Sleep in Infants. Neuropädiatrie 3: 248-257; 1972.

Dittrichová,J., Paul,K., Vondráček,J.: Individual Differences in Infant's Sleep. Develop.Med.Child Neurology 18: 182-188; 1976.

Dreyfus-Brisac,C.: The Electroencephalogramm of the Premature Infant. World Neurology 3: 5-15; 1962.

Dreyfus-Brisac,C.: Sleep Ontogenesis in Early Human Prematurity from 24 to 27 Weeks of Conceptional Age. Developmental Psychobiology 1(3): 162-169; 1968.

Dreyfus-Brisac,C.: Ontogenesis of Sleep in Human Prematures after 32 Weeks of Conceptional Age. Developmental Psychobiology 3(2): 91-121; 1970.

Dreyfus-Brisac,C.: The Electroencephalogram of the Premature Infant and full-term Newborn. Normal and abnorm development of waking and sleeping patterns. In: P. Kellaway and I. Petersen: Neurological and Electroencephalographic correlative Studies in Infancy. New-York, London: Grune & Stratton, 186-207; 1964.

Eckstein,A. und Rominger,R.: Beiträge zur Physiologie und Pathologie der Atmung: Die Atmung des Säuglings. Zeitschrift für Kinderheilkunde, Band 28; 1920.

Farr, Mitchell, Neligan, Parkin: Quantitative Erfassung des Reifegrades; 1966.

Fenner,A., Schalk,U., Hoenicke,H.et al.:Periodic breathing in Premature and Neonatal Babies: Incidence, Breathing Pattern, Respiratory Gas Tensions, Response to Changes in the Compositions of Ambient Air. Pediatric Research 7: 174; 1973.

Gabriel,M., Albani,M., Schulte,F.J.: Apneic Spells and Sleep States in Preterm Infants. Pediatrics 57: 142-147.

Gagel,J.: Untersuchung zum zeitlichen Verlauf von Herz- und Atemtätigkeit im Schlaf reifer und gesunder Neugeborener Kinder (Dissertation Düsseldorf).

Goldie,L., Svedsen-Rhodes,U., Easton,J., Roberton,N.R.C.: The Development of Innate Sleep Rhythms in Short Gestation Infants. Develop.Med.Child Neurol.13: 40-50; 1971.

Guilleminault,C., Dement,W.C., Monod,N.: Syndrome "mort subite du nourisson": apnées au cours du sommeil. La Nouvelle Presse médicale 2, n° 20; 1973.

Haas,G.: Ober die Entwicklung der bioelektrischen Aktivität des Gehirns bei Frühgeborenen (Dissertation Tübingen 1975).

Haas,G., Prechtl,H.F.R.: Normal and abnormal EEGs maturation in newborn infants. Early Human Development 1/1: 69-90, 1977.

Hathorn,M.K.S.: Analysis of the Rhythm of Infantile Breathing. Brit.Med.Bull.1975.

Havlicek,V., Childiaeva,R., Chernik,V.: Ontogeny of EEG-Power Characteristics of Quiet Sleep.Periodic Cerebral Rhythm in Preterm Infants. Neuropädiatrie 6: 151-161; 1975.

Hoppen Cromwers,T., Hodgman,J.E., Harper,R.M., Hofmann,E., Sterman,M.B., Mc.Guity,D.J.: Polygraphic Studies of Normal Infants During the First Six Months of Life:III. Incidence of Apnoe and Periodic Breathing. Pediatrics; Vol.60,N°4; 1977.

Kosche,F., Stemmañ,E.A.: Die Cardiorespirographie - ein einfaches, unblutiges Verfahren zur kontinuierlichen Überwachung von Austauschtransfusionen im Neugeborenenalter. Klinische Pädiatrie 187: 301-307; 1975.

Krauss,A.N., Solomon, G.E., Auld,P.A.M.: Sleep State, Apnea and Bradycardia in Preterm Infants. Develop.Med.Child. Neurology 19: 160-168; 1977.

Miller,H.C., Beholl,F.C., Smull,N.W.: Apnea and Irregular Respiratory Rhythms Among Premature Infants. Pediatrics 23: 676 ff; 1959.

Monod,N., Dreyfus-Brisac,C., Morel-Kahn,E., Pajot,N., Plassard,E.: Les premières étapes de l'organisation du sommeil chez le prématuré et le nouveau-né. Rev.Neurologique 110: 304-305; 1964.

Monod,N., Pajot,N.: Le sommeil du nouveau-né et du prématuré. Analyse des études polygraphiques (Mouvements oculaires, respiration, EEG) chez le nouveau-né à terme. Biol. Neonat.8: 281-307; 1965.

Monod,N., Eliet-Flescher, Dreyfus-Brisac,C.: Le Sommeil du Nouveau-né et du Prématuré. Biol.Neonat. 11: 216-247; 1967.

Nolte,R., Haas,G.: A Polygraphic Study of Bioelectrical Brain Maturation in Preterm Infants. Dev.Med. and Child Neurol.20: 167-181,1978.

Noz,U.: EEG und Schlafverhalten beim reifen Neugeborenen (Dissertation Tübingen 1973).

Parmelee,A.H., Schulz,H.R., Disbrow,M.A.: Sleep patterns of the Newborn. J.Pediatr.58: 241-250; 1961.

Parmelee,A.H.jr., Wenner,W.H., Akiyama,Y., Schultz,M., Stern,E.: Sleep States in Premature Infants. Develop.Med.Child. Neurology 9: 70-77; 1967.

Parmelee,A.H.jr., Schulte,F.J., Akiyama,Y., Stern,E., Wenner,W.J., Schultz,M.A.: Maturation of EEG-Activity During Sleep in Premature Infants. Electroenzeph.Clin. Neurophysiol.24: 319-329; 1968.

Parmelee,A.J.jr., Stern,E., Harris,M.A.: Maturation of Respiration in Prematures and Young Infants. Neuropädiatrie 3: 294-304; 1972.

Parmelee,A.H.jr., Stern,E.: Development of States in Infants. Printed in "Sleep and the Maturing Nervous System". Academic Press. Edited by C. Clemente; D.Purpura; Fl.Mayer; 1972.

Parmelee,A.H.: Ontogeny of Sleep Patterns and Associated Periodicities in Infants. Mod.Probl.Paediat., Vol.13, 298-311, 1974 (Karger,Basel).

Perlstein,P.H., Edwards,N.K., Sutherland,J.M.: Apnea in Preterm Infants And Incubator-Air-Temperature Changes. The New England Journal of Medicine 9: Volume 282; 1970.

Prechtl,H.F.R., Lenard,H.G.: A Study of Eye Movements in Sleeping Newborn Infants. Brain Research 5: 477-494; 1967.

Prechtl,H.F.R., Akiyama,Y., Zinkin,P., Grant,D.: Polygraphic Studies of the full-term Newborn I. Technical aspects and quantitative analysis. In: Studies in Infancy. Ed.by R.C.McKeith and M.C.O. Bax, London, Heinemann, 1968. Clinics in Develop.Med. 27: 1-21

Prechtl, H.F.R., Weinmann,H., Akiyama,Y: Organisation of Physiological Parameters in Normal and Neurologically Abnormal Infants. Neuropädiatrie 1: 101-129; 1969.

Prechtl,H.F.R. : Use and Abuse of Polygraphy. Neuropädiatrie Vol.1, No.3; 1970.

Prechtl,H.F.R.: Sleeping Behaviour In Abnormal Newborn Infants. Neuropädiatrie Vol.1, No.3: 354-355; 1970.

Prechtl,H.F.R., Fargel,J.W., Weinmann,H.M., Bakker,H.H.: Development of Motor Function and Body Posture In Preterm Infants. INSERM, Vol.43: 55-66; 1975.

Radvanyi,M.F., Morel-Kahn,F.: Sleep and Heart Rate Variations In Premature And Full Term Babies. Neuropädiatrie, Vol.7,No.3: 302-312; 1976.

Roffwarg,H.P., Muzio,J.N., Dement,W.C.: Ontogenetic Development of the Human Sleep-Dream Cycle. Science, Vol.152; 1966.

Rudolph,A.J., Vallbona,C., Desmond,M.H.: Cardiodynamic Studies In The Newborn.III Heart Rate Patterns in Infants with Idiopathic Respiratory Distress Syndrome. Pediatraics, Vol.36, No.4; 1965.

Rüttgers,H., Kubli,F., Haller,U., Bachmann,M., Grander,E.: Die antepartale,fetale Herzfrequenz. I) Das Verhalten von Grundfrequenz, Fluktuation und Deceleration in der ungestörten Schwangerschaft. Zeitschrift Geburtsh.Perinat., No.176: 294-308; 1972.

Schulte,F.J., Michaelis,R, Nolte,R., Albert,G., Parl,U. und Lasson,U.: Brain and Behavioural Maturation in Newborn Infants of Diabetic Mothers. Part I: Nerve conduction and EEG patterns. Neuropädiatrie Vol.1, No.1, 24-35; 1969.

Schulte,F.J., Jürgens,U.: Apnoen bei reifen und unreifen Neugeborenen. Mschr. Kinderheilkunde 117.Bd. Heft 10; 1969.

Schulte,F.J.: Neonatal EEG and Brain Maturation: Facts and Fallacies. Develop.Med.Child Neurology 12: 396-399, 1970.

Schulte,F.J., Busse,C., Eichhorn,W.: Rapid Eye Movement Sleep, Motoneurone Inhibition, and Apneic Spells in Preterm Infants. Pediatric Research 11: 709-713; 1977.

Schulte,F.J.: Der plötzliche Tod der Säuglinge. Biowissenschaften/Mitteilungen der Deutschen Forschungsgemeinschaft 1/1977.

Schulte,F.J.: Apnea. Clinical Appearance. Symposion on Neonatal Neurology, Clinics in Perinatology Vol.4, No.1; 1977.

Steinschneider,A.: Prolonged Sleep Apnea and Respiratory Instability: A Discriminative Study. Pediatrics 59 (suppl.): 962-970; 1977.

Steinschneider,A.: Prolonged apnea and SIDS. Pediatrics 50: 646 ff.; 1972.

Stemmañ,E.A., Albrecht,H., Ichs,U., Lemburg,P., Morgenstern,J.: Anwendung der Herzfrequenzanalyse in der Intensivpflege. Pädiatrische Intensivpflege, Bücherei d.Pädiaters, Heft 70; 1972.

Theorell,K., Prechtl,H.F.R., Blair,A.W., Lind,J.: Behavioural State Cycles of Normal Newborn Infants. Develop. Med. Child Neurology 15: 597-605; 1973.

Theorell,K., Prechtl,H.F.R., Vos,J.E.: A Polygraphic Study of Normal and Abnormal Newborn Infants. Neuropädiatrie 5: 279-317; 1974.

Vallbona,C., Desmond,M.M., Rudolph,A.J., Pap,L.F., Hill,R.M., Franklin,R.R., Rush,J.R.: Cardiodynamic Studies in the Newborn. II) Regulation of the Heart Rate. Biol.Neonat.5: 159-199; 1963.

Vallbona,C., Desmond,M.M., Pap,L.F., Hill,R.M., von Minden,M.C.: Studies on the Regulation of the Heart Rate in Newborn Infants. American Journal of Diseases of Children. 102: 175-176; 1961.

Vallbona,C., Cardus,D., Spencer,W.A., Hoff,H.E.:Patterns of Sinus Arrhythmia in Patients with Lesions of the Central Nervous System. The American Journal of Cardiology; Vol.16; 1965.

Vallbona,R., Rudolph,A.J., Desmond,M.M.: Cardiodynamic Studies in the Newborn. IV) Heart Rate Patterns in the Non-Distressed Premature Infant. Pediatrics, Vol.36, No.4; 1965.

Welch,A.J., Richardson,Ph.: Computer Sleep Stage Classification Using Heart Rate Data. Electroencephalography and Clinical Neurophysiology, 34: 145-152, 1973.

Wolff,P.H.: Observations on newborn infants. Psychosom.Med. 21: 110-118, 1959.

# ANHANG

## EINZELWERTTABELLEN

Tabelle 1

Durchschnittliche State-Dauer in Minuten

K.A. Konzeptionsalter in Wochen

| Kind Nr. | K.A. | State 2 | Indeterm. Sleep | State 1 |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 30/31 | 31,7 | 7,7 | 11,8 |
| 2 | | 14,4 | 7,0 | 5,3 |
| 3 | | 38,8 | 7,7 | 5,3 |
| 4 | 32/33 | 24,4 | 2,9 | 10,0 |
| 5 | | 29,3 | 3,6 | 12,0 |
| 6 | | 25,0 | 4,5 | 12,0 |
| 7 | | 14,7 | 6,9 | 7,3 |
| 8 | | 34,4 | 4,3 | 8,7 |
| 9 | | 27,0 | 4,5 | 10,0 |
| 10 | | 33,0 | 2,6 | 14,3 |
| 11 | | 29,5 | 10,2 | 12,5 |
| 12 | 35 | 36,0 | 2,6 | 14,0 |
| 13 | | 34,0 | 6,0 | 11,3 |
| 14 | | 40,0 | 6,0 | 13,1 |
| 15 | | 30,0 | 6,5 | 15,0 |
| 16 | | 15,5 | 5,0 | 16,3 |
| 17 | 36 | 47,5 | 3,0 | 7,0 |
| 18 | | 29,8 | 2,5 | 16,5 |
| 19 | | 45,5 | 1,5 | 14,3 |
| 20 | | 34,3 | 3,4 | 20,5 |
| 21 | | 34,7 | 5,5 | 17,5 |
| 22 | | 21,0 | 3,0 | 16,0 |
| 23 | | 18,8 | 6,2 | 14,8 |
| 24 | | 31,7 | 6,4 | 10,0 |
| 25 | | 17,6 | 7,0 | 14,0 |
| 26 | | 30,4 | 4,0 | 8,0 |

Tabelle II

3 Stunden-Ableitungen

Anteile der einzelnen States in Prozent

K.A. Konzeptionsalter in Wochen

| Kind Nr. | K.A. | State 2 | Indeterm. Sleep | State 1 | Wach |
|---|---|---|---|---|---|
| 1. | 30/31 | 58,5 | 21,9 | 13,3 | 6,3 |
| 2. | | 46,1 | 31,4 | 11,4 | 11,1 |
| 3. | | 64,7 | 21,1 | 11,9 | 2,3 |
| 4. | 32/33 | 68,9 | 9,5 | 15,8 | 5,8 |
| 5. | | 59,0 | 14,0 | 27,0 | 0 |
| 6. | | 67,7 | 10,1 | 13,5 | 8,7 |
| 7. | | 48,9 | 18,9 | 12,2 | 20,0 |
| 8. | | 76,2 | 9,4 | 14,4 | 0 |
| 9. | | 45,0 | 10,0 | 16,7 | 28,3 |
| 10. | | 55,0 | 4,7 | 15,8 | 24,5 |
| 11. | | 33,0 | 39,9 | 27,1 | 0 |
| 12. | 35 | 60,3 | 7,2 | 23,6 | 8,9 |
| 13. | | 52,6 | 21,6 | 17,5 | 8,3 |
| 14. | | 45,7 | 24,3 | 30,0 | 0 |
| 15. | | 51,4 | 22,6 | 26,0 | 0 |
| 16. | | 34,4 | 16,7 | 27,2 | 21,7 |
| 17. | 36 | 64,6 | 9,1 | 26,2 | 0,1 |
| 18. | | 57,2 | 9,4 | 26,1 | 7,3 |
| 19. | | 57,8 | 15,3 | 22,5 | 4,4 |
| 20. | | 46,7 | 10,0 | 26,7 | 16,6 |
| 21. | | 44,9 | 23,3 | 23,8 | 8,0 |
| 22. | | 63,0 | 21,1 | 15,9 | 0 |
| 23. | | 50,6 | 11,7 | 15,6 | 22,1 |
| 24. | | 66,1 | 2,8 | 18,3 | 12,8 |
| 25. | | 75,8 | 5,1 | 11,2 | 7,9 |
| 26. | | 67,5 | 8,9 | 9,2 | 14,4 |

Tabelle III

Häufigkeit der spontanen Motilität pro Minute

Stretches

K.A. Konzeptionsalter in Wochen

| Kind Nr. | K.A. | State 2 | Indeterm. Sleep | State 1 |
|---|---|---|---|---|
| 1. | 30/31 | 0,17 | 0,13 | 0,13 |
| 2. | | 0,14 | 0,26 | 0,00 |
| 3. | | 0,24 | 0,09 | 0,05 |
| 4. | 32/33 | 0,29 | 0,22 | 0,08 |
| 5. | | 0,24 | 0,22 | 0,04 |
| 6. | | 0,07 | 0,16 | 0,10 |
| 7. | | 0,14 | 0,00 | 0,13 |
| 8. | | 0,05 | 0,00 | 0,00 |
| 9. | | 0,03 | 0,06 | 0,00 |
| 10. | | 0,08 | 0,03 | 0,08 |
| 11. | | 0,15 | 0,24 | 0,00 |
| 12. | 35 | 0,08 | 0,23 | 0,04 |
| 13. | | 0,24 | 0,12 | 0,34 |
| 14. | | 0,12 | 0,05 | 0,00 |
| 15. | | 0,03 | 0,08 | 0,08 |
| 16. | | 0,14 | 0,20 | 0,00 |
| 17. | 36 | 0,20 | 0,13 | 0,10 |
| 18. | | 0,12 | 0,00 | 0,00 |
| 19. | | 0,04 | 0,00 | 0,00 |
| 20. | | 0,13 | 0,06 | 0,00 |
| 21. | | 0,17 | 0,07 | 0,05 |
| 22. | | 0,15 | 0,16 | 0,00 |
| 23. | | 0,14 | 0,10 | 0,02 |
| 24. | | 0,13 | 0,00 | 0,00 |
| 25. | | 0,17 | 0,20 | 0,00 |
| 26. | | 0,18 | 0,13 | 0,00 |

Tabelle IV

Häufigkeit der spontanen Motilität pro Minute

Gross Body Movements

K.A. Konzeptionsalter in Wochen

| Kind Nr. | K.A. | State 2 | Indeterm. Sleep | State 1 |
|---|---|---|---|---|
| 1. | 30/31 | 0,24 | 0,26 | 0,35 |
| 2. | | 0,31 | 0,26 | 0,00 |
| 3. | | 0,12 | 0,38 | 0,25 |
| 4. | 32/33 | 0,14 | 0,06 | 0,03 |
| 5. | | 0,13 | 0,06 | 0,00 |
| 6. | | 0,10 | 0,24 | 0,02 |
| 7. | | 0,41 | 0,33 | 0,13 |
| 8. | | 0,31 | 0,21 | 0,07 |
| 9. | | 0,29 | 0,34 | 0,32 |
| 10 | | 0,29 | 0,38 | 0,08 |
| 11. | | 0,36 | 0,24 | 0,12 |
| 12. | 35 | 0,14 | 0,23 | 0,26 |
| 13. | | 0,27 | 0,24 | 0,21 |
| 14. | | 0,42 | 0,24 | 0,10 |
| 15. | | 0,22 | 0,33 | 0,18 |
| 16. | | 0,25 | 0,30 | 0,00 |
| 17. | 36 | 0,19 | 0,13 | 0,02 |
| 18. | | 0,24 | 0,06 | 0,03 |
| 19. | | 0,26 | 0,14 | 0,00 |
| 20. | | 0,31 | 0,22 | 0,00 |
| 21. | | 0,33 | 0,14 | 0,03 |
| 22. | | 0,30 | 0,21 | 0,03 |
| 23. | | 0,29 | 0,33 | 0,02 |
| 24. | | 0,33 | 0,60 | 0,11 |
| 25. | | 0,32 | 0,20 | 0,00 |
| 26. | | 0,29 | 0,25 | 0,00 |

Tabelle V

Häufigkeit der spontanen Motilität pro Minute

Twitches (TI)

K.A. Konzeptionsalter in Wochen

| Kind Nr. | K.A. | State 2 | Indeterm. Sleep | State 1 |
|---|---|---|---|---|
| 1. | 30/31 | 1,46 | 0,79 | 1,40 |
| 2. | | 1,22 | 1,50 | 0,30 |
| 3. | | 1,25 | 0,97 | 0,96 |
| 4. | 32/33 | 1,03 | 0,39 | 0,78 |
| 5. | | 1,07 | 0,78 | 0,82 |
| 6. | | 1,23 | 0,72 | 0,68 |
| 7. | | 1,06 | 0,89 | 0,84 |
| 8. | | 0,93 | 0,32 | 0,58 |
| 9. | | 1,04 | 0,61 | 0,66 |
| 10. | | 0,39 | 0,35 | 0,22 |
| 11. | | 1,02 | 1,18 | 0,43 |
| 12. | 35 | 1,41 | 1,77 | 1,42 |
| 13. | | 1,20 | 0,50 | 0,42 |
| 14. | | 0,67 | 0,55 | 0,66 |
| 15. | | 0,50 | 0,50 | 0,26 |
| 16. | | 0,90 | 0,70 | 0,19 |
| 17. | 36 | 0,80 | 0,20 | 0,26 |
| 18. | | 1,08 | 0,06 | 0,07 |
| 19. | | 0,97 | 0,25 | 0,36 |
| 20. | | 0,73 | 0,44 | 0,09 |
| 21. | | 0,59 | 0,11 | 0,08 |
| 22. | | 1,05 | 0,39 | 0,30 |
| 23. | | 0,51 | 0,43 | 0,32 |
| 24. | | 0,93 | 0,40 | 0,48 |
| 25. | | 0,65 | 0,20 | 0,29 |
| 26. | | 0,89 | 0,44 | 0,24 |

Tabelle VI

Häufigkeit der spontanen Motilität pro Minute

Twitches (T2-4)

K.A. Konzeptionsalter in Wochen

| Kind Nr. | K.A. | State 2 | Indeterm. Sleep | State 1 |
|---|---|---|---|---|
| 1. | 30/31 | 0,74 | 0,23 | 0,10 |
| 2. | | 0,56 | 0,21 | 0,21 |
| 3. | | 0,15 | 0,19 | 0,19 |
| 4. | 32/33 | 0,45 | 0,61 | 0,27 |
| 5. | | 0,93 | 0,67 | 0,73 |
| 6. | | 0,30 | 0,72 | 0,26 |
| 7. | | 0,34 | 0,22 | 0,63 |
| 8. | | 0,31 | 0,32 | 0,32 |
| 9. | | 0,15 | 0,22 | 0,22 |
| 10. | | 0,12 | 0,09 | 0,38 |
| 11. | | 0,33 | 0,65 | 0,13 |
| 12. | 35 | 0,59 | 0,38 | 0,33 |
| 13. | | 0,45 | 0,21 | 0,16 |
| 14. | | 0,29 | 0,12 | 0,16 |
| 15. | | 0,31 | 0,03 | 0,18 |
| 16. | | 0,59 | 0,17 | 0,09 |
| 17. | 36 | 0,34 | 0,13 | 0,11 |
| 18. | | 0,75 | 0,12 | 0,05 |
| 19. | | 0,46 | 0,29 | 0,10 |
| 20. | | 0,48 | 0,11 | 0,06 |
| 21. | | 0,11 | 0,07 | 0,00 |
| 22. | | 0,46 | 0,05 | 0,07 |
| 23. | | 0,12 | 0,19 | 0,04 |
| 24. | | 0,39 | 0,80 | 0,35 |
| 25. | | 0,27 | 0,11 | 0,28 |
| 26. | | 0,50 | 0,00 | 0,32 |

Tabelle VII

Häufigkeit der spontanen Motilität pro Minute

Startles

K.A. Konzeptionsalter in Wochen

| Kind Nr. | K.A. | State II | Transitional | State I |
|---|---|---|---|---|
| 1. | 30/31 | 0,04 | 0,03 | 0,06 |
| 2. | | 0,02 | 0,05 | 0,12 |
| 3. | | 0,00 | 0,00 | 0,05 |
| 4. | 32/33 | 0,02 | 0,11 | 0,10 |
| 5. | | 0,03 | 0,11 | 0,06 |
| 6. | | 0,01 | 0,00 | 0,10 |
| 7. | | 0,03 | 0,17 | 0,16 |
| 8. | | 0,02 | 0,21 | 0,14 |
| 9. | | 0,00 | 0,03 | 0,04 |
| 10. | | 0,00 | 0,06 | 0,05 |
| 11. | | 0,06 | 0,06 | 0,00 |
| 12. | 35 | 0,06 | 0,00 | 0,00 |
| 13. | | 0,03 | 0,10 | 0,10 |
| 14. | | 0,00 | 0,00 | 0,07 |
| 15. | | 0,03 | 0,00 | 0,00 |
| 16. | | 0,00 | 0,13 | 0,00 |
| 17. | 36 | 0,20 | 0,00 | 0,10 |
| 18. | | 0,00 | 0,00 | 0,03 |
| 19. | | 0,01 | 0,00 | 0,00 |
| 20. | | 0,10 | 0,06 | 0,02 |
| 21. | | 0,01 | 0,02 | 0,02 |
| 22. | | 0,03 | 0,00 | 0,03 |
| 23. | | 0,01 | 0,05 | 0,00 |
| 24. | | 0,17 | 0,00 | 0,06 |
| 25. | | 0,06 | 0,00 | 0,40 |
| 26. | | 0,05 | 0,07 | 0,05 |

Tabelle VIII

Häufigkeit der spontanen Motilität pro Minute

Mouthing

K.A. Konzeptionsalter in Wochen

| Kind Nr. | K.A. | State 2 | Indeterm. Sleep | State 1 |
|---|---|---|---|---|
| 1. | 30/31 | 0,33 | 1,10 | 1,91 |
| 2. | | 0,74 | 0,68 | 0,17 |
| 3. | | 0,49 | 0,46 | 0,44 |
| 4. | 32/33 | 0,29 | 0,11 | 0,30 |
| 5. | | 0,49 | 0,06 | 0,20 |
| 6. | | 0,63 | 0,52 | 0,23 |
| 7. | | 0,61 | 1,00 | 0,53 |
| 8. | | 0,87 | 0,84 | 1,48 |
| 9. | | 0,69 | 0,34 | 0,12 |
| 10. | | 0,06 | 0,03 | 0,19 |
| 11. | | 0,69 | 1,53 | 1,07 |
| 12. | 35 | 1,24 | 0,23 | 0,44 |
| 13. | | 0,60 | 0,43 | 0,36 |
| 14. | | 0,37 | 0,07 | 0,15 |
| 15. | | 0,38 | 0,38 | 0,34 |
| 16. | | 0,09 | 0,03 | 0,05 |
| 17. | 36 | 0,55 | 0,07 | 0,28 |
| 18. | | 0,06 | 0,00 | 0,00 |
| 19. | | 0,06 | 0,00 | 0,05 |
| 20. | | 0,13 | 0,06 | 0,02 |
| 21. | | 0,48 | 0,07 | 0,02 |
| 22. | | 0,34 | 0,26 | 0,34 |
| 23. | | 0,52 | 0,10 | 0,34 |
| 24. | | 0,89 | 0,00 | 0,85 |
| 25. | | 0,50 | 0,63 | 2,01 |
| 26. | | 0,25 | 0,70 | 0,80 |

Tabelle IX

Durchschnittliche Atemfrequenz pro Minute

K.A. Konzeptionsalter in Wochen

| Kind Nr. | K.A. | State 2 | Indeterm. Sleep | State 1 |
|---|---|---|---|---|
| 1. | 30/31 | 72,7 ± 6.7 | 73,1 ± 6,7 | 70,0 ± 8,4 |
| 2. | | 69,1 ± 0,8 | 62,1 ± 7,1 | 58,5 ± 3,1 |
| 3. | | 51,2 ± 3,4 | 49,2 ± 5,8 | 48,4 ± 5,1 |
| 4. | 32/33 | 64,1 ± 3,8 | 59,2 ± 2,5 | 58,8 ± 2,0 |
| 5. | | 58,8 ± 15,6 | 59,6 ± 10,0 | 53,4 ± 9,2 |
| 6. | | 65,4 ± 1,0 | 63,8 ± 7,4 | 60,1 ± 2,8 |
| 7. | | 61,4 ± 3,6 | 53,6 ± 8,3 | 49,4 ± 3,7 |
| 8. | | 61,0 ± 5,7 | 49,9 ± 7,9 | 48,7 ± 2,7 |
| 9. | | 73,5 ± 0,6 | 73,8 ± 5,3 | 76,0 ± 7,5 |
| 10. | | 73,4 ± 6,0 | 66,4 ± 11,1 | 62,1 ± 3,4 |
| 11. | | 62,0 ± 5,1 | 63,2 ± 5,7 | 57,2 ± 13,9 |
| 12. | 35 | 69,4 ± 6,1 | 73,1 ± 9,2 | 77,4 ± 3,3 |
| 13. | | 60,4 ± 4,9 | 55,6 ± 6,2 | 57,5 ± 5,9 |
| 14. | | 61,7 ± 11,9 | 61,7 ± 11,9 | 50,6 ± 3,1 |
| 15. | | 68,0 ± 4,5 | 65,2 ± 6,2 | 58,7 ± 8,3 |
| 16. | | 67,6 ± 4,9 | 58,7 ± 5,9 | 47,8 ± 3,0 |
| 17. | 36 | 70,2 ± 3,7 | 62,4 ± 0,1 | 52,0 ± 4,0 |
| 18. | | 52,1 ± 2,5 | 49,5 ± 3,1 | 43,3 ± 2,1 |
| 19. | | 69,3 ± 7,7 | 56,8 ± 12,6 | 47,6 ± 2,5 |
| 20. | | 63,6 ± 3,3 | 55,8 ± 13,8 | 40,1 ± 6,6 |
| 21. | | 49,2 ± 1,9 | 46,9 ± 3,7 | 37,7 ± 3,3 |
| 22. | | 64,8 ± 3,8 | 56,9 ± 4,7 | 48,7 ± 4,8 |
| 23. | | 51,9 ± 7,4 | 44,5 ± 5,2 | 40,3 ± 3,1 |
| 24. | | 56,1 ± 4,8 | 51,0 ± 10,5 | 46,1 ± 12,0 |
| 25. | | 66,0 ± 3,6 | 61,5 ± 12,1 | 58,1 ± 3,3 |
| 26. | | 65,8 ± 6,1 | 61,5 ± 3,5 | 57,7 ± 2,4 |

Tabelle X

Durchschnittliche Häufigkeit der Apnoen ≤3 sec pro Minute

K.A. Konzeptionsalter in Wochen

| Kind Nr. | K.A. | State 2 | Interdeterm. Sleep | State 1 |
|---|---|---|---|---|
| 1. | 30/31 | 1,61 | 0,86 | 0,58 |
| 2. | | 1,27 | 0,86 | 0,38 |
| 3. | | 1,76 | 1,10 | 1,26 |
| 4. | 32/33 | 2,70 | 2,60 | 1,95 |
| 5. | | 2,39 | 1,83 | 1,00 |
| 6. | | 1.81 | 1,75 | 1.24 |
| 7. | | 1.32 | 0,95 | 0,74 |
| 8. | | 2,43 | 2,10 | 0,82 |
| 9. | | 0,92 | 1,12 | 0,35 |
| 10. | | 0,47 | 0,59 | 0,27 |
| 11. | | 1,08 | 1,34 | 0,60 |
| 12. | 35 | 0,86 | 0,08 | 0,33 |
| 13. | | 2,05 | 1,53 | 1,82 |
| 14. | | 1,28 | 1,84 | 0,66 |
| 15. | | 3,74 | 3.14 | 1,25 |
| 16. | | 0,87 | 0,71 | 0,00 |
| 17. | 36 | 1.31 | 0,32 | 0,19 |
| 18. | | 1,92 | 0,71 | 0,04 |
| 19. | | 1,41 | 0,73 | 0,28 |
| 20. | | 3,31 | 2,10 | 0,44 |
| 21. | | 1,54 | 1,17 | 0,56 |
| 22. | | 0,75 | 0,61 | 0,14 |
| 23. | | 0,59 | 0,24 | 0,04 |
| 24. | | 1,16 | 0,60 | 0,43 |
| 25. | | 0,74 | 0,61 | 0,43 |
| 26. | | 0,62 | 0,70 | 0,48 |

Tabelle XI

Periodische Atmung. Anzahl der 30-Sekunden-Epochen mit periodischer Atmung in den verschiedenen States

K.A. Konzeptionsalter in Wochen

| Kind Nr. | K.A. | State 2 | Indeterm Sleep | State 1 |
|---|---|---|---|---|
| 1. | 30/31 | 10 | 0 | 1 |
| 2. | | 3 | 5 | 2 |
| 3. | | 21 | 20 | 4 |
| 4. | 32/33 | 67 | 15 | 23 |
| 5. | | 41 | 10 | 8 |
| 6. | | 16 | 17 | 14 |
| 7. | | 14 | 1 | 1 |
| 8. | | 65 | 1 | 1 |
| 9. | | 5 | 0 | 0 |
| 10. | | 6 | 4 | 2 |
| 11. | | 13 | 4 | 5 |
| 12. | 35 | 4 | 0 | 0 |
| 13. | | 25 | 6 | 3 |
| 14. | | 8 | 23 | 6 |
| 15. | | 83 | 55 | 25 |
| 16. | | 4 | 0 | 0 |
| 17. | 36 | 10 | 0 | 0 |
| 18. | | 69 | 3 | 0 |
| 19. | | 21 | 2 | 4 |
| 20. | | 106 | 9 | 5 |
| 21. | | 39 | 3 | 8 |
| 22. | | 6 | 3 | 0 |
| 23. | | 5 | 0 | 0 |
| 24. | | 21 | 1 | 1 |
| 25. | | 4 | 0 | 0 |
| 26. | | 12 | 2 | 0 |

Tabelle XII

Apnoe ≥10sec. Anzahl der einzelnen langen Apnoen, den Bewegungsarten zugeordnet

K.A. Konzeptionsalter in Wochen

| Kind | K.A. | Twitch Startle | G.B.M./ Stretch | ohne Bewegung | Summe |
|---|---|---|---|---|---|
| 1. | 30/33 | | 1 | | 1 |
| 2. | | | | 2 | 2 |
| 3. | | 1($T_2$) | 6 | 5 | 12 |
| 4. | | | 9 | 5 | 11 |
| 5. | | 2(Startles) | 10 | 4 | 16 |
| 6. | | | 6 | 1 | 7 |
| 7. | | | | 1[x] | 1 |
| 8. | | | 5 | | 5 |
| 9. | | 2($T_1$) | 5 | | 7 |
| 10. | | 1($T_2$) | | | 1 |
| 11. | | | 5 | 3 | 8 |
| 12. | 34/36 | 1($T_1$) | 2 | | 3 |
| 13. | | 3($2T_2/1T_1$) | 4 | | 7 |
| 14. | | | | | 0 |
| 15. | | | 4 | 1 | 5 |
| 16. | | | | | 0 |
| 17. | | 1)$T_2$) | 6 | 2 | 9 |
| 18. | | | | | 0 |
| 19. | | | 1 | | 1 |
| 20. | | | 1 | | 1 |
| 21. | | | 3 | | 3 |
| 22. | | | 4 | 1 | 5 |
| 23. | | | | 3 | 3 |
| 24. | | | | 1 | 1 |
| 25. | | | 3 | | 3 |
| 26. | | | | | 0 |

[+]: ausgelöst durch Schreien

Tabelle XIII

Atemquotient: Häufigkeit der Quotienten 0,1 bis 0,9 während aller 30-Sekunden-Epochen Ruhigen Schlafes.

K.A. Konzeptionsalter in Wochen

x : Anzahl der ausgewerteten Epochen

| Kind No. | K.A. | x | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. | 30/31 | 47 | 1 | | 2 | 5 | 4 | 20 | 8 | 7 | |
| 2. | | 26 | | | 2 | 5 | 5 | 2 | 7 | 5 | |
| 3. | | 39 | | 1 | 3 | 13 | 7 | 4 | 5 | 5 | 1 |
| 4. | 32/33 | 40 | | | 1 | 7 | 7 | 9 | 8 | 8 | |
| 5. | | 56 | | | 3 | 18 | 8 | 7 | 8 | 8 | 4 |
| 6. | | 96 | | 1 | 4 | 15 | 25 | 26 | 17 | 8 | |
| 7. | | 56 | | | 5 | 8 | 17 | 12 | 13 | 1 | |
| 8. | | 48 | | 1 | 1 | 10 | 10 | 7 | 10 | 8 | 1 |
| 9. | | 103 | | | | 3 | 13 | 22 | 37 | 18 | 10 |
| 10. | | 44 | | 1 | | 8 | 9 | 9 | 14 | 2 | 1 |
| 11. | | 34 | | | 1 | 6 | 10 | 5 | 3 | 8 | 1 |
| 12. | 35 | 80 | | | 4 | 10 | 16 | 27 | 15 | 7 | 1 |
| 13. | | 53 | | 1 | 2 | 15 | 9 | 10 | 13 | 3 | |
| 14. | | 99 | | | 4 | 4 | 6 | 8 | 31 | 46 | |
| 15. | | 90 | | | | 3 | 11 | 13 | 33 | 29 | 1 |
| 16. | | 90 | | | | 5 | 6 | 13 | 34 | 29 | 3 |
| 17. | 36 | 82 | | 1 | 1 | 6 | 7 | 17 | 37 | 12 | 1 |
| 18. | | 89 | | | | 5 | 2 | 9 | 12 | 61 | |
| 19. | | 79 | | | 2 | 3 | 9 | 15 | 23 | 27 | |
| 20. | | 87 | | | 1 | 5 | 13 | 26 | 28 | 10 | 4 |
| 21. | | 85 | | | | 3 | 18 | 26 | 10 | 25 | 3 |
| 22. | | 54 | | | | 4 | 7 | 15 | 14 | 14 | |
| 23. | | 57 | | | | 1 | 15 | 13 | 10 | 15 | 3 |
| 24. | | 68 | | | 1 | 5 | 4 | 10 | 14 | 32 | 2 |
| 25. | | 54 | | 1 | 2 | 4 | 14 | 9 | 19 | 5 | |
| 26. | | 31 | | | | 3 | 7 | 8 | 8 | 5 | |

Tabelle XIV

Atemquotient: Prozentuale Verteilung der Quotienten 0,1 bis 0,9 im State 1

K.A. Konzeptionsalter in Wochen

n Anzahl der Kinder

x Anzahl der 30-Sekunden-Epochen von State 1

| K.A. | x | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 30/31 n = 3 | 112 | 0,9 | 0,9 | 6,3 | 20,5 | 14,3 | 23,2 | 17,9 | 15,2 | 0,9 |
| 32/33 n = 8 | 477 | | 0,6 | 3,1 | 15,7 | 20,8 | 20,3 | 23,1 | 12,7 | 3,6 |
| 35 n = 5 | 412 | | 0,2 | 2,4 | 9,0 | 11,7 | 17,2 | 30,6 | 27,7 | 1.2 |
| 36 n = 10 | 686 | | 0,3 | 1,0 | 5,7 | 14,0 | 21,6 | 25,5 | 30,0 | 1,9 |

Tabelle XV

Herzfrequenz: Durchschnittliche Frequenz pro Minute

K.A. Konzeptionsalter in Wochen

| Kind Nr. | K.A. | State 2 | Indeterm. Sleep | State 1 |
|---|---|---|---|---|
| 1. | 30/31 | 150,4 ± 8,9 | 149,4 ± 0,8 | 149,2 ± 5,2 |
| 2. | | 154,4 ± 4,6 | 152,6 ± 4,8 | 149,0 ± 0,6 |
| 3. | | 147,7 ± 9,1 | 144,9 ± 7,6 | 145,5 ± 5,1 |
| 4. | 32/33 | 152,2 ± 7,3 | 150,8 ± 5,0 | 151,7 ± 3,4 |
| 5. | | 150,7 ± 7,8 | 150,8 ± 6,2 | 145,8 ± 2,1 |
| 6. | | 152,8 ± 4,7 | 154,2 ± 4,2 | 154,6 ± 2,5 |
| 7. | | 144,8 ± 5,4 | 138,4 ± 3,0 | 135,6 ± 11,9 |
| 8. | | 148,2 ± 5,0 | 139,9 ± 5,3 | 140,8 ± 6,0 |
| 9. | | 135,5 ± 5,2 | 143,2 ± 6,7 | 144,7 ± 4,6 |
| 10. | | 147,9 ± 6,0 | 146,9 ± 3,8 | 145,1 ± 5,5 |
| 11. | | 150,5 ± 2,0 | 156,9 ± 11,9 | 151,5 ± 9,4 |
| 12. | 35 | 146,1 ± 2,8 | 143,7 ± 3,9 | 143,5 ± 5,2 |
| 13. | | 152,2 ± 5,8 | 149,1 ± 3,7 | 149,2 ± 4,1 |
| 14. | | 146,5 ± 6,8 | 146,3 ± 11.1 | 142,0 ± 4,8 |
| 15. | | 145,2 ± 7,3 | 141,4 ± 13,8 | 139,8 ± 15,6 |
| 16. | | 140,4 ± 6,7 | 131,4 ± 5,7 | 126,5 ± 4,0 |
| 17. | 36 | 131,7 ± 3,7 | 124,2 ± 4,2 | 119,5 ± 1,5 |
| 18. | | 159,3 ± 5,8 | 153,6 ± 4,6 | 152,6 ± 3,5 |
| 19. | | 151,1 ± 2,4 | 144,5 ± 4,0 | 144,6 ± 1,4 |
| 20. | | 138,8 ± 4,5 | 137,6 ± 10,4 | 133,6 ± 7,2 |
| 21. | | 137,4 ± 1,6 | 124,6 ± 5,2 | 117,8 ± 1,1 |
| 22. | | 158,1 ± 5,2 | 158,7 ± 5,7 | 153,4 ± 2,8 |
| 23. | | 142,6 ± 5,6 | 142,7 ± 0,3 | 137,4 ± 3,4 |
| 24. | | 146,4 ± 4,4 | 147,8 ± 3,1 | 140,4 ± 1,3 |
| 25. | | 158,2 ± 7,2 | 152,3 ± 5,6 | 149,2 ± 9,4 |
| 26. | | 157,0 ± 2,4 | 159,1 ± 3,2 | 151,0 ± 10,4 |

Tabelle XVI

State 2: Prozentuale Anteile der EEG-Muster

| Kind Nr. | Muster 287 | 322 | 323 | 327 | 362 | 363 | 367 | 402 | 403 | 405 | 407 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. | 0,9 | 26,0 | 72,6 | | 0,4 | | | | | | |
| 2. | | 12,8 | 64,4 | | 9,8 | 12,0 | | | | | |
| 3. | | 28,1 | 71,9 | | | | | | | | |
| 4. | | 3,0 | 61,3 | | 2,3 | 33,2 | | | | | |
| 5. | | | 98,5 | 1,0 | | 0,5 | | | | | |
| 6. | | 18,5 | 36,5 | 0,9 | 11,3 | 32,9 | | | | | |
| 7. | | 18,2 | 77,6 | 4,2 | | | | | | | |
| 8. | | 11,0 | 74,7 | 1,7 | 2,1 | 10,5 | | | | | |
| 9. | | 3,2 | 70,8 | 0,6 | 17,5 | 7,8 | | | | | |
| 10. | | 16.0 | 35,1 | | 12,1 | 36,8 | | | | | |
| 11. | | 21,6 | 32,8 | | 12,9 | 32,7 | | | | | |
| 12. | | 3,1 | 75,8 | | | 21,4 | | | | | |
| 13. | | 0,6 | 44,1 | | 0,6 | 54,7 | | | | | |
| 14. | | | 1,5 | | 12,3 | 86,2 | | | | | |
| 15. | | | 13,8 | | 3,4 | 76,6 | 6,2 | | | | |
| 16. | | | 4,1 | | 10,7 | 74,6 | | | 10,7 | | |
| 18. | | | | | 22,8 | 48,4 | | 4,9 | 23,9 | | |
| 19. | | | 7,9 | | 29,1 | 58,7 | | 0,5 | 3,7 | | |
| 20. | | | | | 25,5 | 60,8 | 0,7 | | 13,1 | | |
| 21. | | 3,2 | 9,1 | | 7,0 | 76,9 | 1,0 | | 2,7 | | |
| 22. | | | | | 21,8 | 57,1 | | 0,7 | 20,4 | | |
| 23. | | | | | 13,7 | 68,5 | | 9,6 | 8,2 | | |
| 24. | | 1,4 | 10,8 | | 14,6 | 72,3 | 0,9 | | | | |
| 25. | | | | | 4,7 | 93,6 | | | 1,7 | | |
| 26. | | | 0,5 | | 6,2 | 61,1 | 0,5 | 3,6 | 16,6 | 10,0 | 0,5 |

Tabelle XVII

Indeterminate Sleep: Prozentualer Anteil der EEG-Muster

| Kind Nr. | Muster 287 | 322 | 323 | 327 | 362 | 363 | 367 | 402 | 403 | 405 | 407 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. | 29,9 | 18,2 | 50,6 | 1,3 | | | | | | | |
| 2. | | 7,9 | 72,3 | 5,9 | 4,0 | 7,9 | 2,0 | | | | |
| 3. | | 34,8 | 43,9 | 21,2 | | | | | | | |
| 4. | | | 68,7 | 9,4 | | 21,9 | | | | | |
| 5. | | | 85,4 | 14,6 | | | | | | | |
| 6. | | 18,9 | 37,8 | 8,1 | | 24,7 | 10,8 | | | | |
| 7. | | 3,1 | 71,9 | 25,0 | | | | | | | |
| 8. | 3,1 | | 68,8 | 28,1 | | | | | | | |
| 9. | | | 62,5 | 28,1 | | | 9,4 | | | | |
| 10. | | | 17,4 | 8,7 | | 21,7 | 52,2 | | | | |
| 11. | 0,9 | 19,4 | 34,3 | 15,7 | 12,0 | 13,0 | 4,6 | | | | |
| 12. | | | 78,9 | 5,3 | | 10,5 | 5,3 | | | | |
| 13. | | 5,6 | 52,1 | | | 31,0 | 11,3 | | | | |
| 14. | | | 10,7 | | 14,3 | 59,5 | 15,5 | | | | |
| 15. | | | 10,8 | | 4,0 | 52,7 | 32,4 | | | | |
| 16. | | | 8,3 | | | 55,0 | 31,6 | | 1,6 | | 3,3 |
| 18. | | | | | | 70,6 | | | | 14,7 | 14,7 |
| 19. | | | 10,9 | | 3,6 | 72,7 | 12,7 | | | | |
| 20. | | | | | 3,1 | 71,9 | 24,3 | | | | |
| 21. | | | | | 6,2 | 44,4 | 19,8 | | 6,2 | 12,3 | 11,1 |
| 22. | | | 20,7 | 10,3 | | 27,6 | 41,4 | | | | |
| 23. | | | | | 2,5 | 65,0 | 2,5 | 2,5 | | 10,0 | 17,5 |
| 24. | | | | | | 40,0 | 60,0 | | | | |
| 25. | | | | | | 73,3 | 13,3 | | | 13,3 | |
| 26. | | | | | | 20,0 | 46,7 | | 3,3 | 16,7 | 13,3 |

State 1: Prozentuale Anteile der EEG-Muster

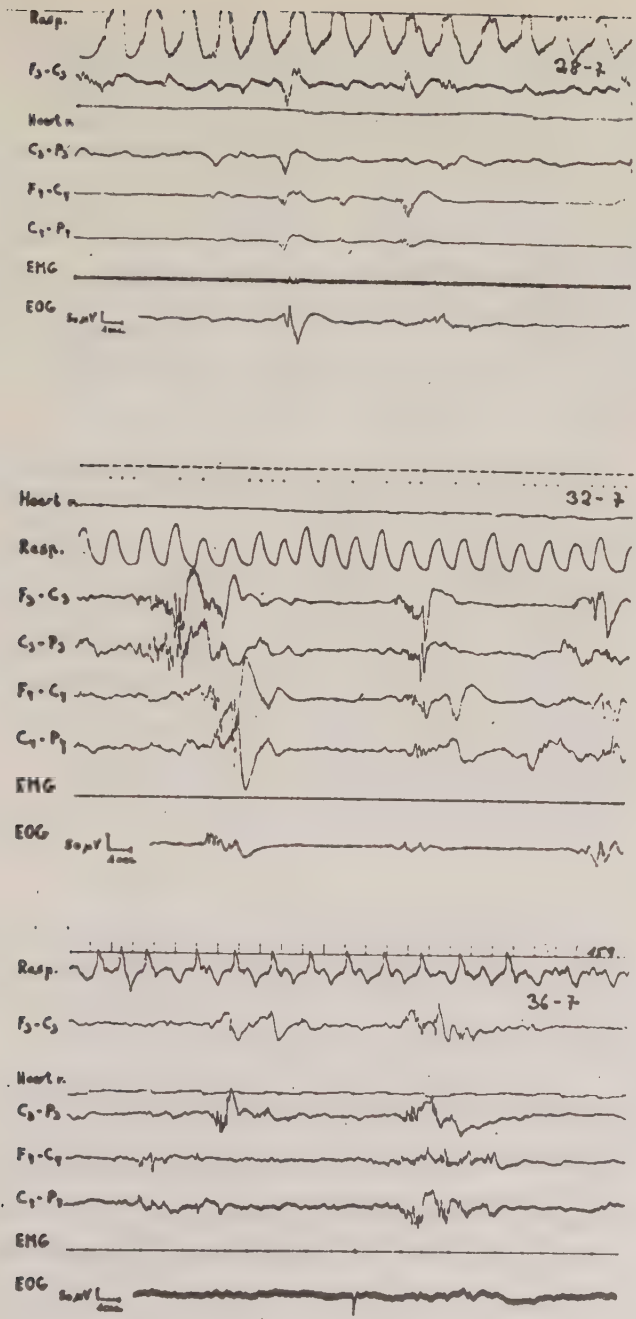
| Kind Nr. | Muster 287 | 322 | 323 | 327 | 362 | 363 | 367 | 402 | 403 | 405 | 407 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. | 44,2 | 7,0 | 48,8 | | | | | | | | |
| 2. | 5,4 | | 59,4 | 29,7 | 5,4 | | | | | | |
| 3. | 11,1 | | 17,8 | 71,1 | | | | | | | |
| 4. | | | 8.3 | 68,3 | | 5,0 | 18,3 | | | | |
| 5. | | | 31,3 | 63,5 | | 1,0 | 4,2 | | | | |
| 6. | | | | 52,4 | | | 47,6 | | | | |
| 7. | 15,9 | | 43,2 | 40,9 | | | | | | | |
| 8. | 11,3 | | 3,8 | 81,1 | | | 3,8 | | | | |
| 9. | 3,5 | | 12,3 | 77,2 | | | 7,0 | | | | |
| 10. | | | | 55,4 | | | 44,6 | | | | |
| 11. | 18,9 | 5,3 | 52,6 | 10,5 | 2,1 | 5,3 | 5,3 | | | | |
| 12. | 0,9 | | 17,4 | 30,4 | | 29,7 | 21,7 | | | | |
| 13. | | | 32,1 | 12,5 | | 12,5 | 42,8 | | | | |
| 14. | | | | 14,3 | 1,0 | 8,6 | 76,3 | | | | |
| 15. | | | 3,4 | 18,2 | | 13,6 | 64,8 | | | | |
| 16. | | | | 4,1 | | 2,0 | 70,4 | | | | |
| 18. | | | | | | 6,5 | 56,5 | | | 2,2 | 34,8 |
| 19. | | | | 20,3 | | 7,6 | 72,1 | | | | |
| 20. | | | | 3,1 | | 10,4 | 68,8 | | | | 17,7 |
| 21. | | | | | | 1,1 | 47,2 | | | 1,1 | 50,6 |
| 22. | | | 5,3 | 31,6 | | | 63,2 | | | | |
| 23. | | | | | 1,8 | 42,9 | 35,7 | | | 3,6 | 16.0 |
| 24. | | | | 18,2 | | | 81,8 | | | | |
| 25. | | | | | | 40,5 | 47,6 | | | | 11,9 |
| 26. | | | | | | | 78,1 | | | 3,1 | 18,8 |

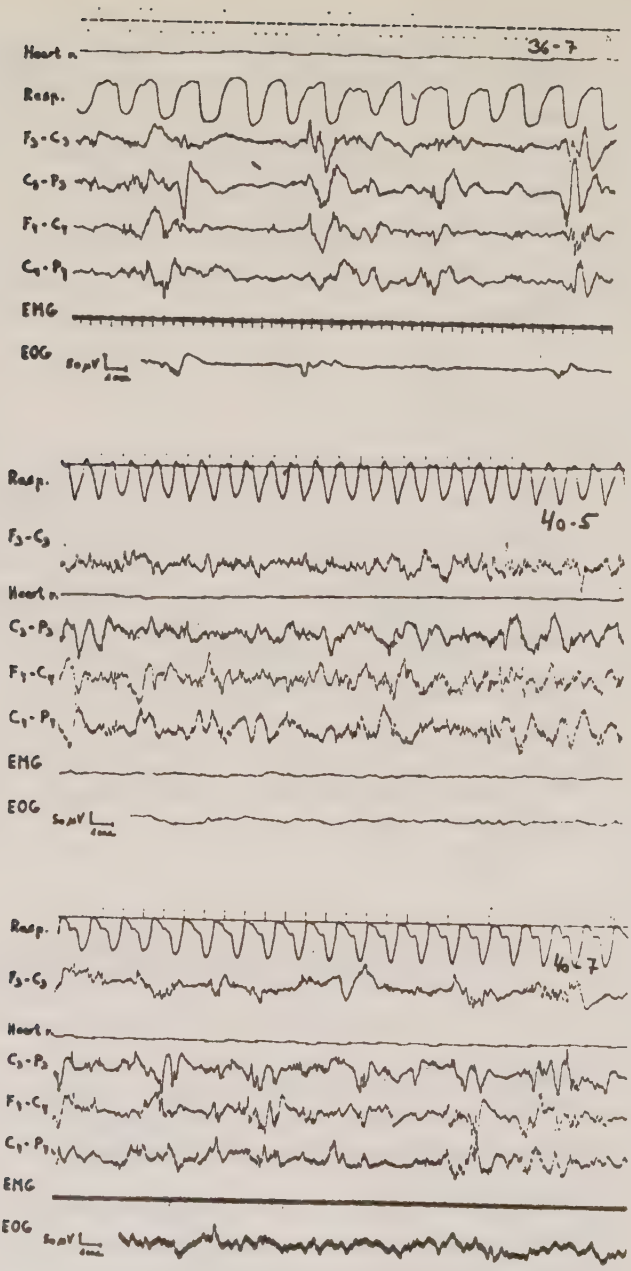
Tabelle XIX

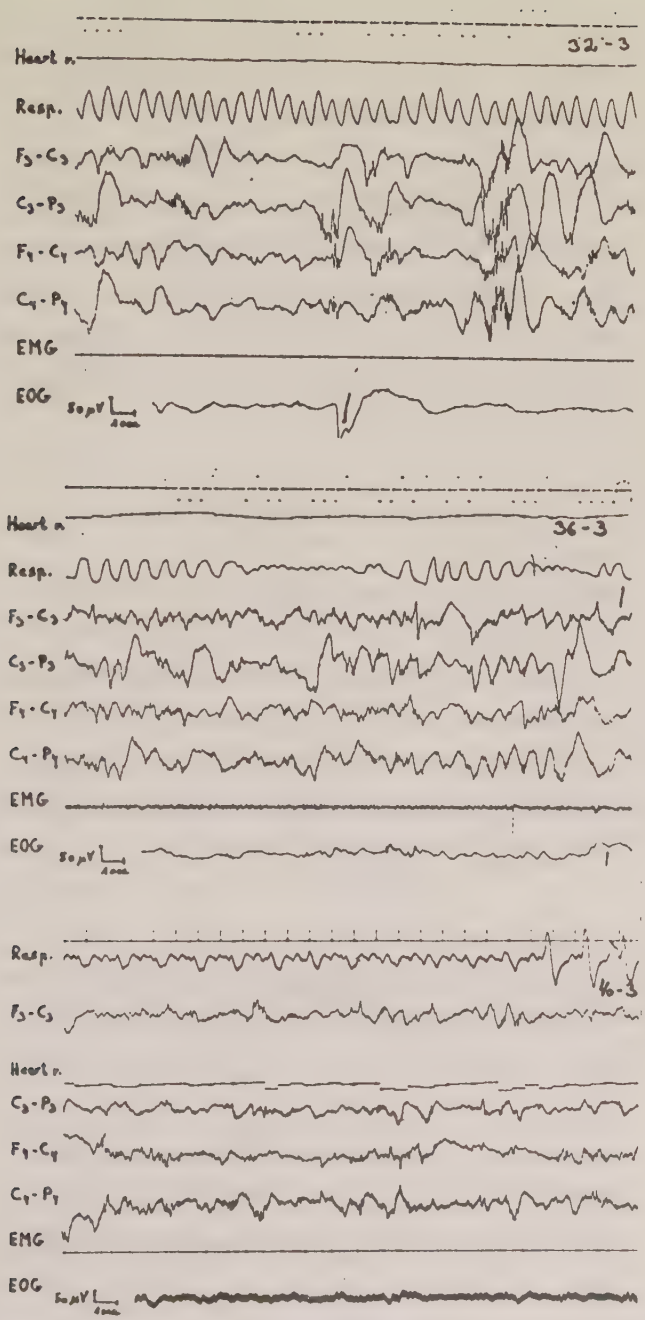
Durchschnittliche "EEG-Reife" der einzelnen Kinder (in Wochen)

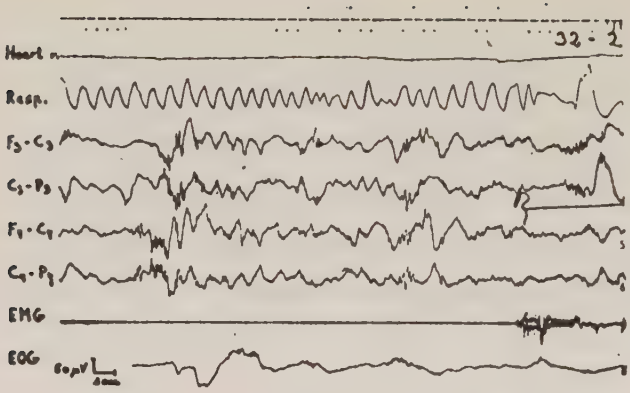
K.A. Konzeptionsalter in Wochen

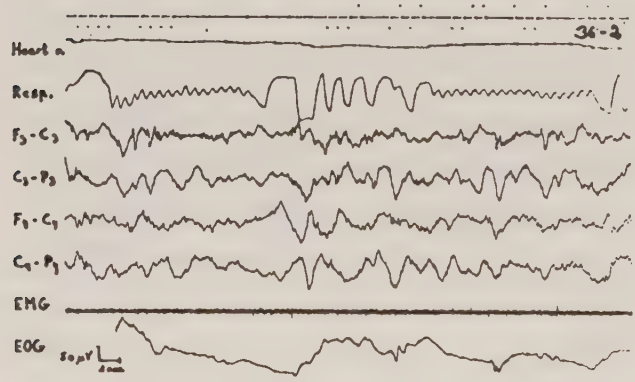
| Kind Nr. | K.A. | State 2 | Indeterm. Sleep | State 1 | Differenz State 2-State 1 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1. | 30/31 | 32,0 | 32,0 | 31,6 | 0,4 |
| 2. | | 32,9 | 32,6 | 32,0 | 0,9 |
| 3. | | 31,9 | 30,8 | 30,2 | 1,7 |
| 4. | 32/33 | 33,4 | 32,9 | 32,9 | 0,5 |
| 5. | | 32,0 | 32,0 | 32,2 | -0,2 |
| 6. | | 33,8 | 33,4 | 33,9 | -0,1 |
| 7. | | 32,0 | 32,0 | 31,4 | 0,6 |
| 8. | | 32,5 | 31,9 | 31,7 | 0,8 |
| 9. | | 32,9 | 32,4 | 32,1 | 0,8 |
| 10. | | 33,9 | 34,9 | 33,8 | 0,1 |
| 11. | | 33,9 | 33,1 | 31,8 | 2,1 |
| 12 | 35 | 32,0 | 32,6 | 34,0 | -2,0 |
| 13 | | 34,2 | 33,7 | 34,2 | 0 |
| 14. | | 35,9 | 35,6 | 35,4 | 0,5 |
| 15. | | 35,4 | 35,6 | 35,1 | 0,3 |
| 16. | | 36,3 | 35,8 | 36,7 | -0,4 |
| 18. | 36 | 37,2 | 37,2 | 37,5 | -0,3 |
| 19. | | 35,8 | 35,6 | 35,2 | 0,6 |
| 20. | | 36,5 | 36,0 | 36,6 | -0,1 |
| 21. | | 37,2 | 37,2 | 38,0 | -0,8 |
| 22. | | 35,6 | 34,8 | 34,6 | 1,0 |
| 23. | | 36,7 | 37,2 | 36,8 | -0,1 |
| 24. | | 35,5 | 36,0 | 35,3 | 0,2 |
| 25. | | 36,0 | 36,5 | 36,5 | -0,5 |
| 26. | | 37,2 | 37,3 | 36,9 | 0,3 |

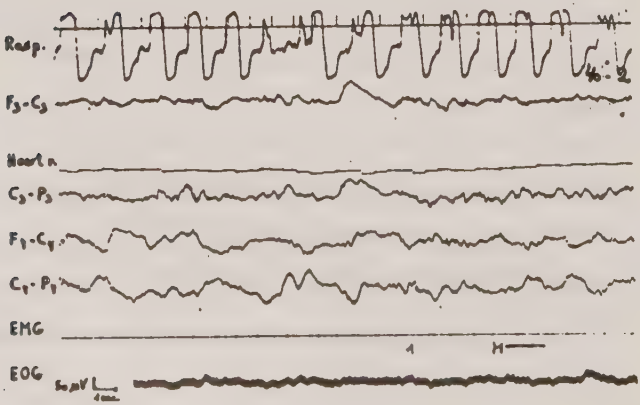

Resp.
28-7
$F_3$-$C_3$
Heart n.
$C_3$-$P_3$
$F_4$-$C_4$
$C_4$-$P_4$
EMG
EOG
50 μV
1 sec.
32-7
Heart n.
Resp.
$F_3$-$C_3$
$C_3$-$P_3$
$F_4$-$C_4$
$C_4$-$P_4$
EMG
EOG
50 μV
1 sec.
36-7
Resp.
$F_3$-$C_3$
Heart n.
$C_3$-$P_3$
$F_4$-$C_4$
$C_4$-$P_4$
EMG
EOG
50 μV
1 sec.


36-7
Heart n
Resp.
$F_3$-$C_3$
$C_3$-$P_3$
$F_7$-$C_7$
$C_7$-$P_7$
EMG
EOG
50μV
1sec
Resp.
40-5
$F_3$-$C_3$
Heart n
$C_3$-$P_3$
$F_7$-$C_7$
$C_7$-$P_7$
EMG
EOG
50μV
1sec
Resp.
40-7
$F_3$-$C_3$
Heart n
$C_3$-$P_3$
$F_7$-$C_7$
$C_7$-$P_7$
EMG
EOG
50μV
1sec


32-3
Heart r.
Resp.
$F_3$-$C_3$
$C_3$-$P_3$
$F_4$-$C_4$
$C_4$-$P_4$
EMG
EOG
50μV
1 sec
36-3
Heart r.
Resp.
$F_3$-$C_3$
$C_3$-$P_3$
$F_4$-$C_4$
$C_4$-$P_4$
EMG
EOG
50μV
1 sec
46-3
Resp.
$F_3$-$C_3$
Heart r.
$C_3$-$P_3$
$F_4$-$C_4$
$C_4$-$P_4$
EMG
EOG
50μV
1 sec


32 - 2
Heart n
Resp.
F3 - C3
C3 - P3
F4 - C4
C4 - P4
EMG
EOG
50μV
1sec


36-2
Heart n
Resp.
F3 - C3
C3 - P3
F4 - C4
C4 - P4
EMG
EOG
50μV
1sec


Resp.
F3 - C3
Heart n
C3 - P3
F4 - C4
C4 - P4
EMG
A
M
EOG
50μV
1sec

## Lebenslauf

Renate Held, geb. am 10.September 1952 in Stuttgart

| | |
|---|---|
| Vater: | Ministerialdirigent Dr. Kurt Held |
| Mutter: | Marianne Held, geb. Krüger |
| 1959-1963 | Volksschule Stuttgart |
| 1963-1971 | Hölderlin-Gymnasium Stuttgart - altsprachlicher Teil |
| Juli 1971 | Abitur |
| WS 1971/72 | Beginn des Medizinstudiums an der Universität Freiburg |
| SS 1972-1978 | Studium der Medizin an der Universität Düsseldor |
| 14.7.1977 | Naturwissenschaftliche Vorprüfung |
| 7.3.1974 | Ärztliche Vorprüfung |
| 28.8.1975 | Erster Abschnitt der Ärztlichen Prüfung |
| 19.4.1977 | Zweiter Abschnitt der Ärztlichen Prüfung |
| 24.4.1978 | Dritter Abschnitt der Ärztlichen Prüfung und damit Bestehen der Ärztlichen Prüfung |
| 20.7.1978 | Approbation als Arzt |
| 21.7.1978 | Heirat mit dem Biologen Jörg Hildebrandt |
| Seit Sept.1978 | Tätigkeit als chirurgische Assistenzärztin am St. Martinus-Krankenhaus Düsseldorf |

# Lebenslauf

Albert Lübbesmeyer, geboren am 4.11.1950 in Gelsenkirchen-Erle

| | |
|---|---|
| Mutter: | Eugenie Lübbesmeyer, geborene Löfken |
| Vater: | Dr.med.Albert Lübbesmeyer, Praktischer Arzt in Gelsenkirchen-Erle |
| Ostern 1956- Ostern 1961 | Volksschule Middelich |
| 28.Mai 1971 | Neusprachliches Gymnasium Schloss Heessen<br>Abschluß der Schulausbildung mit dem Abitur |
| 1.November 1971 | Beginn des Studiums Humanmedizin an der Medizinischen Fakultät der Universität Düsseldorf |
| 6.April 1973 | Naturwissenschaftliche Vorprüfung |
| 9.April 1974 | Ärztliche Vorprüfung |
| 25.März 1975 | Erster Abschnitt der Ärztlichen Prüfung |
| 31.März 1977 | Zweiter Abschnitt der Ärztlichen Prüfung |
| 24.April 1978 | Dritter Abschnitt der Ärztlichen Prüfung<br>und damit Bestehen der Ärztlichen Prüfung |
| 1.Juni 1978 | Erteilung der Approbation als Arzt |
| 16.10.1978 - 31.12.1979 | Ableistung des Wehrdienstes bei der Bundeswehr als Stabsarzt |
| 1.1.1980 | Beginn der Tätigkeit als wissenschaftlicher Angestellter am Pathologischen Institut der Universität Düsseldorf |

Wir möchten allen danken, die mit ihrer Hilfsbereitschaft zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben.

Unser besonderer Dank gilt Herrn Priv. Doz. Dr. med. D. Karch, der uns das Thema stellte und uns jederzeit mit seinem Rat zur Seite stand.

Den technischen Assistentinnen Frau M. Derichs, Frau M. Helle und Frau M. Pedersen sei an dieser Stelle herzlich für ihre Hilfe gedankt.